



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Implementering af Cuneco-standarder i byggeriets uddannelser

*Udvikling af tværfaglige BIM-kompetencer og etablering af netværkssamarbejdet BVU*net mellem byggeriets uddannelser*

Bertelsen, Niels Haldor; Klint, Lars; Svidt, Kjeld; Christensen, Per; Bro, Rasmus Zier; Jørgensen, Kaj Asbjørn; Lambrecht, Jan; Bertelsen, Niels Haldor

Publication date:
2015

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):

Bertelsen, N. H., Klint, L., Svidt, K., Christensen, P., Bro, R. Z., Jørgensen, K. A., Lambrecht, J., & Bertelsen, N. H. (red.) (2015). *Implementering af Cuneco-standarder i byggeriets uddannelser: Udvikling af tværfaglige BIM-kompetencer og etablering af netværkssamarbejdet BVU*net mellem byggeriets uddannelser*. (1. udg.) SBI forlag. SBI Bind 2015 Nr. 11 http://www.sbi.dk/byggeprocessen/lering/implementering-af-cuneco-standarder-i-byggeriets-uddannelser/sbi-2015-11-1/at_download/file

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

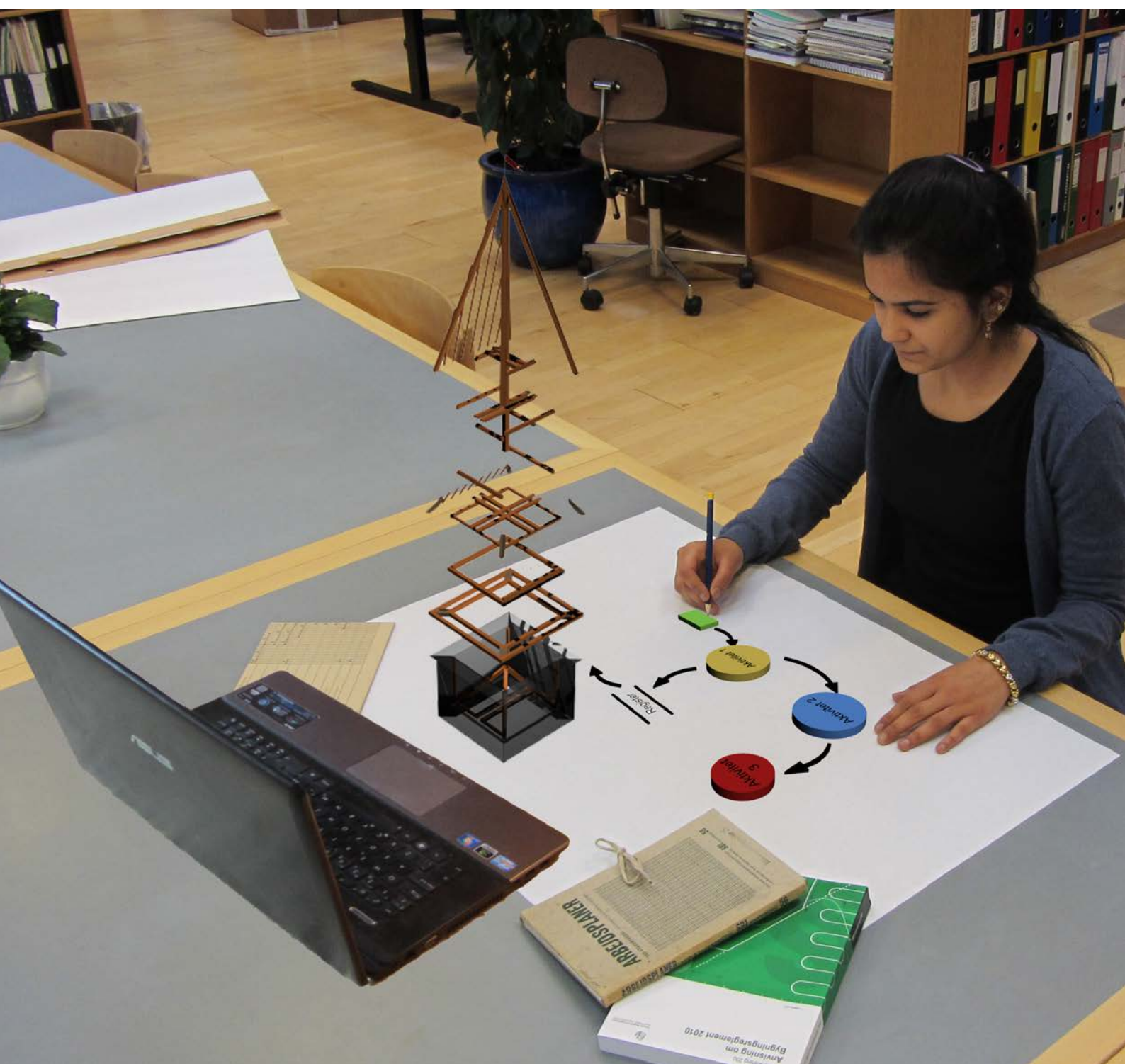


STATENS BYGGEFORSKNINGSINSTITUT
AALBORG UNIVERSITET KØBENHAVN

IMPLEMENTERING AF CUNECO-STANDARDS I BYGGERIETS UDDANNELSER

UDVIKLING AF TVÆRFAGLIGE BIM-KOMPETENCER OG ETABLERING AF
NETVÆRKSSAMARBEJDET BVU*NET MELLEM BYGGERIETS UDDANNELSER

SBI 2015:11



Implementering af cuneco-standarder i byggeriets uddannelser

Udvikling af tværfaglige BIM-kompetencer og etablering af netværkssamarbejdet BVU*net mellem byggeriets uddannelser

Niels Haldor Bertelsen
Lars Klint
Kjeld Svidt
Per Christensen
Rasmus Zier Bro
Kaj Jørgensen
Jan Lambrecht



Titel	Implementering af cuneco-standarder i byggeriets uddannelser
Undertitel	Udvikling af tværfaglige BIM-kompetencer og etablering af netværkssamarbejdet BVU*net mellem byggeriets uddannelser
Serietitel	SBi 2015:11
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2015
Forfattere	Niels Haldor Bertelsen, Lars Klint, Kjeld Svidt, Per Christensen, Rasmus Zier Bro, Kaj Jørgensen, Jan Lambrecht
Redaktion	Niels Haldor Bertelsen
Sprog	Dansk
Sidetæl	115
Litteratur-henvisninger	Side 71
Emneord	cuneco, CCS, BIM, digitalisering, uddannelse, kompetencer, standarder, klassifikation, egenskaber, informationsniveauer, opmålingsregler
ISBN	978-87-563-1674-3
Tegninger	Niels Haldor Bertelsen
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet, A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post sbi@sbj.aau.dk www.sbj.dk

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven

Indhold

Forord	4
1. Indledning, baggrund og formål	5
2. cuneco-projektet, -standarder og -resultater	10
2.1 Organisering af standarder og delprojekter	10
2.2 Klassifikation - resultater af udviklingen i cuneco	12
2.3 Egenskaber - resultater af udviklingen i cuneco	14
2.4 Informationsniveauer - resultater af udviklingen i cuneco	15
2.5 Opmålingsregler – resultater af udviklingen i cuneco	17
3. BVU*nets etablering og tværfagligt samarbejde mellem uddannelser	19
3.1 BVU*nets etablering og organisering	19
3.2 Formidling, medlemsmøder, aktiviteter og projekter	21
3.3 Gennemførelse af cuneco-projekt 17011 og 17021	23
4. De fire uddannelsesområders delprojekter i implementeringen	25
4.1 Arkitektuddannelser	25
4.2 Ingeniøruddannelser	26
4.3 Konstruktøruddannelser	28
4.4 Erhvervsuddannelser	28
5. Læringsmidler, læreruddannelse og pædagogiske metoder	30
5.1 Arkitektuddannelser	30
5.2 Ingeniøruddannelser	31
5.3 Konstruktøruddannelser	33
5.4 Erhvervsuddannelser	35
6. Undervisning, forelæsninger, kurser og projekter	38
6.1 Arkitektuddannelser	38
6.2 Ingeniøruddannelser	40
6.3 Konstruktøruddannelser	45
6.4 Erhvervsuddannelser	46
7. BIM-kompetencer, studenternes behov og deres initiativer	49
7.1 Arkitektuddannelser	49
7.2 Ingeniøruddannelser	50
7.3 Konstruktøruddannelser	50
7.4 Erhvervsuddannelser	51
8. Diskussion af udvikling, tværfaglighed og bedre byggepraksis	52
8.1 Udviklingen af cuneco-standarder og BIM-applikationer	52
8.2 Tværfagligt samarbejde i og mellem uddannelsesområder	54
8.3 Branchens behov for og effekt af BIM-kompetencer	59
8.4 BVU*net og tværfagligt udviklingssamarbejde	62
9. Konklusion og perspektiver for fremtidig udvikling	68
Litteratur og henvisninger	71
Bilag A. cuneco-standarder og -værktøjer	72
Bilag B. Oversigt over publikationer fra cuneco	75
Bilag C1: Information om bygningsdele og rum - Potentielle muligheder	76
Bilag C2. Building Information Model Based Quantity Surveying	89
Bilag C3. Building Model Specification and Use	93
Bilag C4. Mængdeudtræk og kalkulation – Anvendelse af Vico Office	103
Bilag D. Arbejdsgrundlag for BIM-implementering hos VIA	112
Bilag E. Stifterne af BVU*net den 13. januar 2011	114
Bilag F. Medlemmer af BVU*net's bestyrelse fra 15. december 2012	115

Forord

Gennem de seneste 25 år har det offentlige støttet flere store udviklingsprojekter med henblik på at udvikle byggeriets digitalisering og forbedre effektiviteten. Det seneste i rækken er cuneco-projektet, som er et partnerskabsprojekt mellem flere af byggeriets organisationer med projektledelse hos bips. Projektet er gennemført i perioden 2011-14.

I projektet er byggeriets uddannelsesinstitutioner for første gang involveret i en bred og samlende implementering af udviklingserfaringer til bedre digitale kompetencer. Det har bl.a. bidraget til etablering af BVU*net, som er et netværkssamarbejde mellem byggeriets videns- og uddannelses- og forskningsinstitutioner. Her samarbejder danske arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelsesinstitutioner og andre videns- og forskningsinstitutioner om tværfaglig videndeling.

Det har været meget givende for uddannelsesinstitutionerne at deltage i dette tværfaglige skolesamarbejde, som har transformeret cuneco-standarder til digitale kompetencer til gavn for byggeriets forskellige aktører. Uddannelsesinstitutionerne ser muligheder i samarbejde om digitale læringsmidler, læreruddannelse, projekter og kurser.

Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) takker de deltagende uddannelsesinstitutioner, cuneco og BVU*nets bestyrelse for det gode samarbejde i projektet, og at vi har fået mulighed for at udgive erfaringerne i denne SBI-rapport. Vi håber, der vil vise sig lignende muligheder i fremtiden, hvor et tværfagligt samarbejde mellem byggeriets videns-, uddannelses- og forskningsinstitutioner kan bidrage direkte til byggesektorens udvikling.

Projektet er støttet økonomisk af Erhvervs- og Byggestyrelsen, Den Europæiske Fond for Regionaludvikling og Realdania.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Afdeling for byggeri og sundhed
Maj 2015

Niels-Jørgen Aagaard
Forskningschef

1. Indledning, baggrund og formål

cuneco er et partnerskab til udvikling af fire standarder for Erhvervs- og Byggestyrelsen. BVU*net blev etableret i 2011 som del i dette udviklingsprojekt med det formål at implementere de fire standarder i byggeriets uddannelser. I denne rapport beskrives implementeringen i arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelserne, og hvordan BVU*net er etableret og har koordineret og kvalitetssikret implementering på de fire uddannelsesområder.

cuneco – et partnerskab for udvikling af fire standarder

cuneco er et partnerskab mellem bips, Dansk Standard, DTU/Aarhus Universitet, et byg- og driftsherrenetværk og et organisationsnetværk, som ledes af bips. cuneco har i perioden 2011-14 fået til opgave af Erhvervs- og Byggestyrelsen at færdigudvikle, afprøve og implementere fælles standarder, der overordnet har til formål at sikre en bedre udveksling af data gennem alle byggeriets processer fra idéfase og projektering over udførelse til drift og vedligehold. Ambitionen er, at de udviklede cuneco-standarder skal være brugervenlige og it-egnede, og at de skal tilstræbes at være kompatible med både nationale og internationale standarder.

Det drejer sig om følgende fire -standarder, som skal udvikles: Klassifikation, Egenskaber, Informationsniveauer og Opmålingsregler. De fire indsatsområder har stor tilknytning til det tidligere gennemførte udviklingsprojekt 'Det Digitale Byggeri' (DDB), der blev gennemført i perioden 2004-06. Erfaringerne herfra viste, at der var behov for yderligere udvikling af fx DBK (Dansk Bygge Klassifikation), Digitalt udbud/tilbud og Digital Aflevering. cuneco skal desuden afprøves og dokumentere effekten af de fire standarder på konkrete afprøvningsprojekter, og de skal implementere standarderne i byggeriets virksomheder og uddannelsesinstitutioner.

BVU*net fik opgaven med implementering i uddannelserne

Implementeringen af de fire standarder i uddannelsesinstitutionerne overdrog cuneco til BVU*net, som samtidig skulle etableres. Sammen med implementeringen i byggeriets virksomheder skulle det sikre, at fremtidens medarbejdere er klædt på til at anvende cuneco-standarderne.

BVU*net (Netværkssamarbejdet for Byggeriets Videns- og Uddannelsesinstitutioner) er et netværkssamarbejde mellem byggeriets fire uddannelsesområder indenfor arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelser. Det blev etableret i januar 2011 og videreudviklet i projektperioden for at støtte implementeringen i uddannelserne.

Som første opgave skulle der udarbejdes en analyserapport, som skulle give det planlægningsmæssige grundlag og metoden for implementeringen i uddannelserne. Resultatet heraf er nærmere beskrevet i SBi 2013:18 'Uddannelse i cuneco-standarder og -værktøjer – Del 1: Strategi, metode og udviklingsmål for implementering på skoler'. Det efterfølgende arbejde med implementering af cuneco-standarder på de forskellige uddannelsesområder er gennemført efter denne rapports forslag.

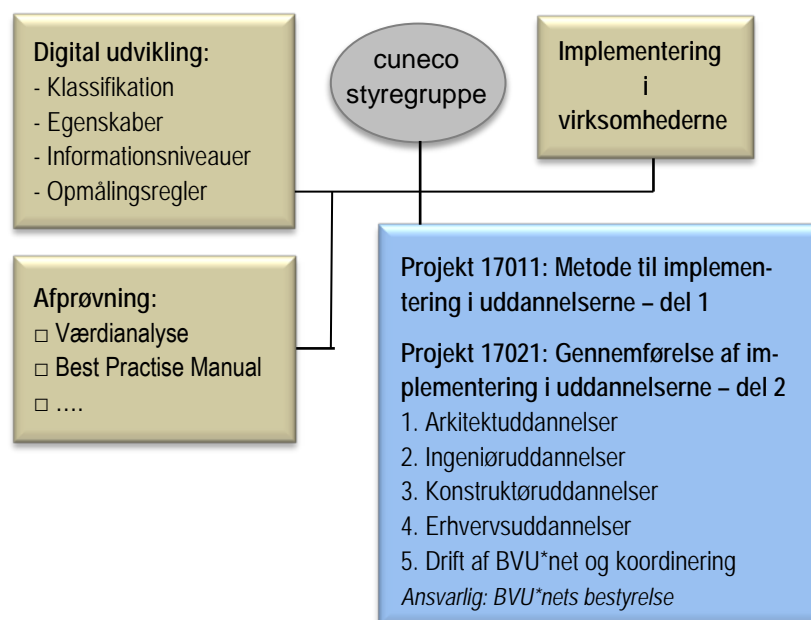
Implementeringen er gennemført i fem efterfølgende delprojekter, og resultatet heraf er beskrevet i denne rapport. Som det fremgår af figur 1 omfatter

delprojekt 1-4 implementeringen i henholdsvis arkitekt-, ingeniør-, bygningskonstruktør- og erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelserne. Disse fire delprojekter styres af uddannelsesinstitutionerne på de fire områder. Koordinering og kvalitetssikring af delprojekt 1-4 er foregået i delprojekt 5 under ledelse af BVU*nets bestyrelse. I delprojekt 5 er BVU*net desuden blevet etableret og drevet i projektperioden 2011-14.

BVU*net påtog sig den opgave at koordinere og kvalitetssikre samarbejdet mellem uddannelsesinstitutionerne om implementering af cuneco-standarderne i byggeriets uddannelser. BVU*net forudså fra starten, at det ville blive en vanskelig opgave, da det blev vurderet, at standarderne ville være under stadig ajourføring, når de skulle implementeres i uddannelserne. I implementeringsopgaven har BVU*net og uddannelsesinstitutionerne derimod ikke haft til opgave at forholde sig til cunecos:

- Overordnede strategi for informationshåndtering i byggebranchen.
- De fire konkrete forslag til cuneco-standarder.
- Valg af metode til afprøvning og implementering i virksomheder, og hvordan effekt dokumenteres.

Da undervisere, studerende og elever i deres undervisning og projektarbejde med virksomheder forholder sig konkret til byggeriets udfordringer, kan der dukke information om de tre nævnte forhold op. Disse er forsøgt holdt ude af rapporten, men de kan dog forekomme, hvor de kan have betydning for forståelsen af de pædagogiske rammer for implementeringen. Disse erfaringer inddrages dog i diskussionen af BVU*nets fremtidige udvikling og forankring i byggeriets uddannelsesinstitutioner, da det er en opgave, som skal behandles i projektet.



Figur 1. cuneco udvikler og afprøver cuneco-standarder, som implementeres i virksomhederne og uddannelser. cuneco-projekt 17021 om gennemførelse af implementering i uddannelser, som er beskrevet i denne rapport, er gennemført i fem delprojekter med BVU*nets bestyrelse som ansvarlig. Som grundlag herfor er der gennemført en metodeudvikling i cuneco-projekt 17011 'Metoder til implementering i uddannelse'.

Vision og formålsområder

Visionen for cuneco projekt 17021 'Gennemførelse af implementering i uddannelserne' er at støtte byggeriets digitalisering og produktivitetsudvikling gennem ajourførte, nyudviklede og koordinerende kurser, projekter ol. i

grund- og efteruddannelser. I tilknytning hertil kan der udvikles læringsmidler, uddannes undervisere og ajourføres pædagogiske læringsmetoder.

I projektperioden 1/7 2010 – 30/9 2014 skal implementeres de af cuneco udarbejdede digitale standarder, værktøjer, afprøvninger og Best Practice manualer vedrørende: Klassifikation, Egenskaber, Informationsniveauer og Opmålingsregler. Der kan i implementeringen arbejdes indenfor følgende fire målområder:

- Uddannelse af undervisere og udvikling af pædagogiske læringsmetoder og læringsmidler, som er tilpasset de forskellige faglige og tværfaglige uddannelser på og mellem uddannelsesinstitutionerne.
- Faglige grund- og efteruddannelser på de enkelte uddannelsesområder for arkitekter, ingeniører, konstruktører og håndværkere med baggrund i resultaterne fra cuneco.
- Tværfaglige grund- og efteruddannelser i samarbejde mellem flere uddannelsesinstitutioner på tværs af uddannelsesområder vedrørende byggeriets processer, ydelser, produkter og kvaliteter, hvor cunecos resultater er inkluderet.
- Samarbejde med regionale kompetencenetværk om støtte til læring og innovation på byggesager og i virksomheder.

Det femte og sjette målområde for cuneco projekt 17021 er organisatoriske målområder, som skal understøtte og fremme de fire faglige målområder. Femte målområde er etablering og drift af et netværkssamarbejde mellem byggeriets videns- og uddannelsesinstitutioner i BVU*net, som på et forretningsmæssigt grundlag kan videreføres efter projektperiodens afslutning. Sjette målområde er etablering af faglige, tværfaglige og regionale udviklingsteams, som er frontløberne for udvikling og uddannelse mv. i BVU*net, og som er drivkraften i udviklingen på de fire uddannelsesområder.

Indsatsområder og resultatmuligheder

I cuneco projekt 17021 kan der arbejdes for at levere nedenstående resultater under de fem indsatsområder, som har relation til projektets visioner, formålsområder og delprojektet, og som prioriteres i forhold til budgettet.

*1. Netværkssamarbejdet BVU*net etableres med udviklingsteams*

- Der etableres et netværkssamarbejde mellem byggeriets videns- og uddannelsesinstitutioner i BVU*net, som koordinerer og formidler resultaterne fra aktiviteterne i projektperioden.
- Der etableres faglige-, tværfaglige- og regionale udviklingsteams, der gennemfører udviklingen i delprojekt 1-4, og som opbygger specialistkompetence, som de kan benytte i uddannelse af undervisere.
- Der skabes et forretningsmæssigt grundlag for, at BVU*net kan videreføres efter 2014.

2. Uddannelse af undervisere og udvikling af læringsmidler og -metoder

- Undervisere uddannes og trænes i at gennemføre kurser, undervisning, opgaver og projekter, og de og uddannelsesinstitutionerne støttes i planlægning, gennemførelse og evaluering af uddannelser. Der sættes fokus på de 10-20 % mest innovative undervisere (frontløberne), som efterfølgende vil kunne være med til at videregive erfaringerne til den øvrige lærerstab.
- Der gives forslag til nye og ajourførte læringsmetoder og pædagogiske principper, som passer til de forskellige typer af læring og undervisning.
- Der fremlægges erfaringer fra undervisere og uddannelsesinstitutioner om uddannelserne, herunder fremgangsmåder for ajourføring og kvalitetssikring af undervisningsmateriale og -vejledninger.

3. Faglige kurser, projekter og undervisning i grund- og efteruddannelse

- Der etableres fagudvalg som støtter digitalisering og produktivitsudvikling i de faglige grund- og efteruddannelser på de fire uddannelsesområder: Arkitekt, ingeniør, konstruktør og håndværker.
- Der ajourføres gamle og udvikles nye kurser, opgaver og projekter inklusive undervisningsmateriale mv., hvor digitalisering og produktivitsudvikling er integreret i de faglige uddannelser.
- Der gennemføres forsøg med ajourførte og nye faglige uddannelser, hvor effekten på den ønskede kompetenceudvikling kan vises.

4. Tværfaglige kurser og undervisning i grund- og efteruddannelse

Samme tre resultater som for indsatsområde 3, men de er her målrettet tværfaglig uddannelse mellem uddannelsesområderne, som både kan dække kompetencer vedrørende faglige samarbejder, faglige styringer, læring og innovation. Dette indsatsområde blev dog senere nedprioriteret i projektet, men det forventes, at det bliver mere og mere væsentligt på den lange bane.

5. Regionale kompetencenetværk og læring og innovation på byggesager

Der forsøges at etablere regionale kompetencenetværk i et samarbejde mellem uddannelsesinstitutioner og frontvirksomheder. De støttes i deres realisering af de første lokale initiativer, så de også kan virke efter projektets afslutning. Uddannelsesinstitutioner og vidensinstitutioner tilbyder sig som samarbejdspart og facilitatorer for virksomheder og byggepladser, som ønsker at deltage i kompetencenetværket.

Rapportens struktur og indhold

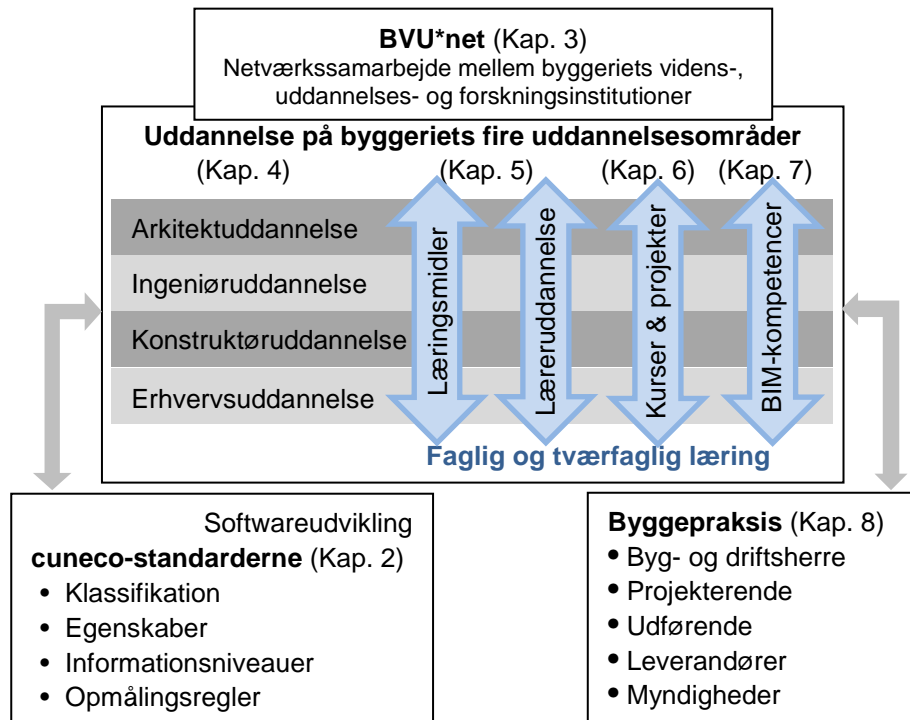
Rapporten indledes i kapitel 1 med en beskrivelse af projektets baggrund, aktiviteter og formål, og den afsluttes i kapitel 9 med en konklusion og perspektivering af de fremtidige muligheder. De to kapitler kan med fordel læses i sammenhæng uden at læse de mellemliggende kapitler. I de mellemliggende kapitler er erfaringer og problemstillinger med implementering af cuneco-standarderne forsøgt samlet på tværs af byggeriets fire uddannelsesområder: Arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelser. Denne tværfaglige sammenstilling er et sammendrag af en mere uddybende beskrivelse, som de fire uddannelsesområder har beskrevet i rapporter der ligger på www.bvunet.dk.

I de tre kapitler efter kapitel 1 gives sammenhængen mellem udviklingen i cuneco, BVU*net og byggeriets fire centrale uddannelsesområder. I kapitel 2 forklares grundlag og formål med udviklingsprojektet cuneco og de fire centrale standarder, som gennem BVU*net implementeres i de fire uddannelsesområder. I kapitel 3 beskrives etablering og organisering af BVU*net, og hvordan der samarbejdes i og mellem de fire uddannelsesområder. I kapitel 4 beskrives de fire uddannelsesområders forskellige tilgange til implementeringen, og hvordan de i fire delprojekter har omsat de nye cuneco-standarder til uddannelse på uddannelsesinstitutionerne.

Efter kapitel 2-4 følger tre kapitler som giver sammenhænge mellem henholdsvis læringsmidler, uddannelse og bedre BIM-kompetence på de fire uddannelsesområder. I kapitel 5 beskrives udviklingen af digitale læringsmidler, og hvordan underviserens BIM-kompetencer kan udbygges. I kapitel 6 beskrives gennemførte BIM-kurser og -projekter i relation til implementeringen af cuneco-standarderne i uddannelserne. I kapitel 7 beskrives de studerendes medvirken og BIM-kompetencer, som er udkommet af implementeringen.

I kapitel 8 er samlet en generel diskussion af de opnåede resultater og erfaringer med at udvikle det tværfaglige samarbejde i og mellem uddannelses-

områderne. Desuden beskrives sammenhængene mellem uddannelse og behovene i praksis ved eksempel på behovsanalyse i virksomheder.

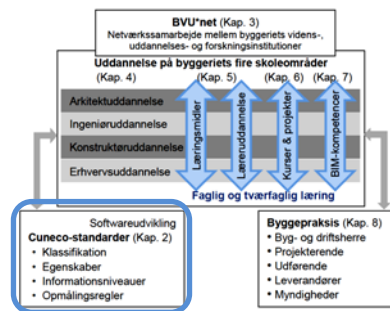


Figur 2. BVU*nets innovationsmodel for implementering af cuneco-standarderne i byggeriets uddannelser. Implementeringen er gennemført under ledelse af BVU*net i delprojekter for fire uddannelsesområder. I implementering er bl.a. arbejdet med udvikling af læringsmidler, læreruddannelse, kurser og projekter, som kan styrke elevernes og de studerendes BIM-kompetencer og give bedre faglig og tværfaglig byggepraksis.

Samlet er rapporten opdelt i følgende 9 kapitler med bilag, som jf. figur 2 omsætter cuneco-standarderne (nederst til venstre) gennem faglig og tværfaglig læring på de fire uddannelsesområder (midten) til BIM-kompetencer og byggepraksis (nederst til højre):

1. Indledning, baggrund og formål
 2. cuneco-projektet og -standarder
 3. BVU*net og udviklingsteams
 4. De fire uddannelsesområders delprojekter
 5. Læringsmidler og læreruddannelse
 6. Undervisning, kurser og projekter
 7. Studerende og BIM-kompetencer
 8. Diskussion af tværfaglighed og praksis
 9. Konklusion og perspektivering
- Bilag med nærmere uddybninger.

2. cuneco-projektet, -standards og -resultater



I det følgende gives en introduktion til de resultater (dvs. standarder, metoder og værktøjer), som cuneco har udviklet til byggeriet, og som byggeriets uddannelser gennem BVU*net har implementeret i uddannelserne. Men først gives en kort beskrivelse af organiseringen af udviklingen af BIM-standarder og målsætningerne for udviklingen i cuneco.

2.1 Organisering af standarder og delprojekter

cuneco har fået til opgave af Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST) at færdigudvikle, afprøve og implementere følgende fire fælles BIM-standarder i perioden fra 2011-14:

- Klassifikation
- Egenskaber
- Informationsniveauer
- Opmålingsregler.

Disse standarder har overordnet til formål at sikre en bedre udveksling af data gennem alle byggeriets processer fra idéfase og projektering over udførelse til drift og vedligehold. Ambitionen er, at de udviklede cuneco-standarder skal være brugervenlige, it-egne, og at de skal tilstræbes at være kompatible med både nationale og internationale standarder.

Udvikling af cuneco-standarder			
Klassifikation	Egenskaber	Informationsniveauer	Opmålingsregler
11 011 Afklaring af struktur og kode for bygningsdele	12 011 Afklaring af struktur og metode for egenskabsdata	13 011 Metode og struktur for informationsniveauer	14 021 Digitale tilbuds-lister
11 061 Begrebsmodel for res-sourcedomæne	12 021 Egenskabsdata for rum	13 031 Informationer for af-levering til drift	14 031 Specifikation af data til tilbudsgivning
11 081 Input til revision af ISO 12006-2	12 061 Klassifikation af egen-skaber	13 041 Klassifikation af formålsgruppering	14 041 Specifikation af opmålingsregler
11 091 Klassifikation af byg-værker og rum			
11 101 Klassifikation af byg-ningsdele			
11 111 Fagligt arbejde vedrø-rende revision af ISO 12006-2			
11 151 Klassifikation af res-sourcer			

Figur 3. I cuneco er udviklingen af de fire standarder gennemført i de angivne delprojekter.

De fire standarder udgør hvert et indsatsområde i cuneco, som har stor tilknytning til det tidligere gennemførte udviklingsprojekt 'Det Digitale Byggeri'

(DDB). DDB blev gennemført i perioden 2004-06, og erfaringerne herfra viste, at der var behov for yderligere udvikling af udvalgte delresultater som fx DBK (Dansk Bygge Klassifikation), Digitalt udbud/tilbud og Digital Aflevering.

Kort og overordnet opstillet er målsætningerne for cunecos indsatsområder følgende:

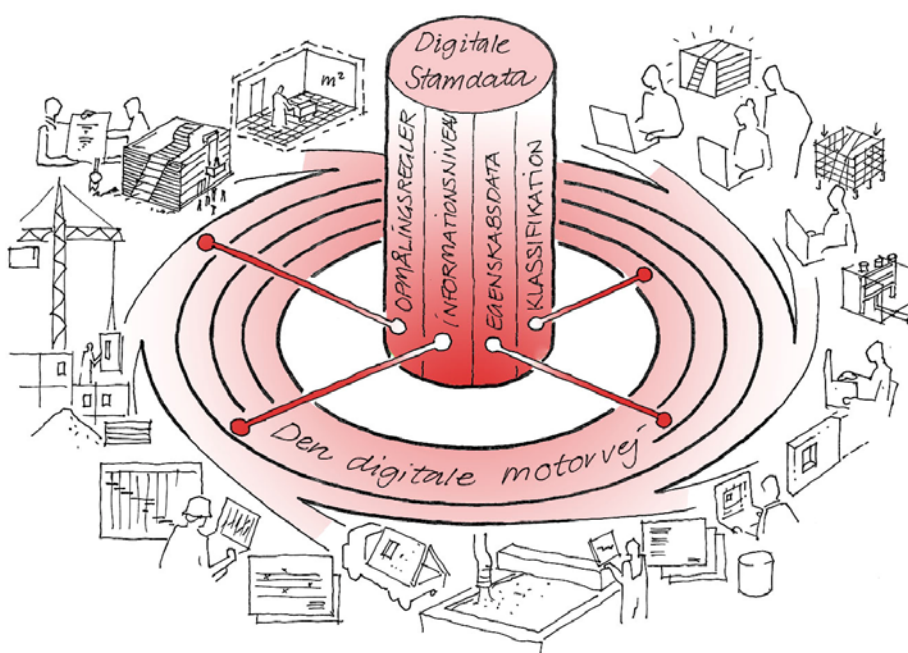
- Færdigudvikling og operationalisering af en national klassifikationsstandard.
- Udvikling og operationalisering af en egenskabsstandard.
- Udvikling og operationalisering af begrebet informationsniveauer.
- Udvikling og operationalisering af begreberne opmåling og udbud/tilbud med mængder.

Generelt beskrevet findes der i Danmark seks typer af standarder:

- ISO-standard (international)
- IEC-standard (EI-international)
- CEN-standard (europæisk)
- CENELEC-standard (el-europæisk)
- DS-standard (dansk)
- De-facto standard (branche).

For hver af de fem første standardtyper eksisterer der præcise krav og retningslinjer for, hvad en standard skal opfylde, og hvordan en standard skabes for at kunne kalde sig henholdsvis ISO-, IEC-, CEN-, CENELEC-, DS-standard. Eksempler på sådanne retningslinjer ses fx i [ISO/IEC Directives Part 1 and Consolidated ISO Supplement](#) og [ISO/IEC Directives Part 2](#). ISO definerer fx en standard som:

“A standard is a document that provides requirements, specifications, guidelines or characteristics that can be used consistently to ensure that materials, products, processes and services are fit for their purpose.”



Figur 4. cuneco-model for den fremtidige digitale motorvej i byggeriet, hvor der er adgang til digitale stamdata og de forskellige standarder. (Kopi fra cuneco-ansøgning – Tegnet af Flemming Vestergaard, DTU)

For den sidste standardtype er der omvendt ingen formelle krav til, hvad disse standarder skal overholde. cuneco-standarder henhører under den sidste standardtype.

For cuneco har det endvidere været en målsætning at afprøve og dokumentere effekten af de fire indsatsområder i konkrete afprøvningsprojekter. Her er bl.a. brugt den metode, som er udviklet i forskningsprojektet 'Økonomiske gevinster ved DDB' (forkortet ØG-DDB). Det har baggrund i, at de offentlige myndigheder og branchen forventer, at digitaliseringen vil give en produktivtetsgevinst i byggeriet.

cuneco har desuden til formål at sikre grundlaget for implementering af de udviklede cuneco-standarder i både byggeriets virksomheder og uddannelsesinstitutioner. Endelig har det været målsætningen at sikre videndeling af de opnåede erfaringer og resultater via en udviklet vidensportal kaldet 'Byggeriets Digitale Stamdata'.

Alle standarder, specifikationer, metoder og præsentationer er åbent tilgængelige og kan tilgås via cunecos vidensportal <http://cuneco.dk/vaerktoej>. Endvidere kan anvendte begrebsdefinitioner og de udviklede klassifikations-tabeller tilgås via apps eller internettet <http://cunecoclassification.dk>. Dette forudsætter dog oprettelse som bruger.

2.2 Klassifikation - resultater af udviklingen i cuneco

cuneco har i delprojektet klassifikation arbejdet med at færdigudvikle en national klassifikationsstandard kaldet cuneco classification system (forkortet CCS). Den udviklede branche klassifikationsstandard indeholder dels en begrebsafklaring, dels en række klassifikationstabeller og dels en metode og kodelstruktur til identifikation af unikke byggeobjekter.

Klassifikationen er i sin grundstruktur opbygget af følgende tabeller:

- Bygningsdele
- Rum
- Bygværker
- Materiel.

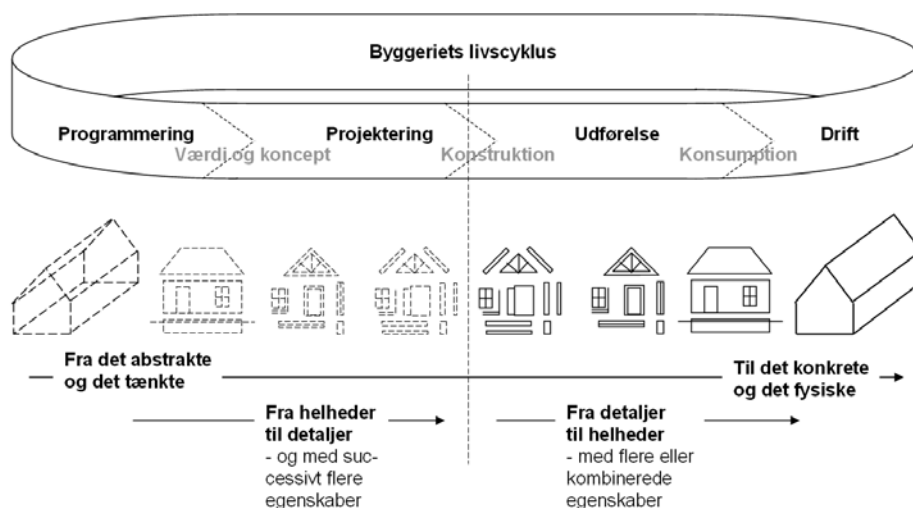
cuneco har tillige udviklet en BIM-egnet kodelstruktur til identificering af unikke byggeobjekter, der bl.a. gør brug af et præ fix. En vigtig præmis for dette arbejde har været, at klassifikation af byggeobjekter er stabil set over tid. Endvidere har cuneco haft lederskabet i forbindelse med revideringen af den internationale standard 'ISO 12006-2 Building construction - Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification of information: Committee Draft (CD) 2013'.

Dette arbejde har været et væsentligt element i cunecos færdigudvikling af DBK, som af flere årsager ikke reelt var blevet færdigudviklet i udviklingsprojektet 'Det Digitale Fundament' under 'Det Digitale Byggeri'. Den overordnede målsætning for cuneco-klassifikation er derfor at færdigudvikle den ikke fyldestgørende DBK-standard DBK:2007 (DBK, 2007). Lidt mere præcist er målsætningen at udvikle et klassifikationssystem, der kan anvendes i den danske byggebranche som et grundlæggende værktøj i etableringen af den digitale infrastruktur i et livscyklusperspektiv.

Det udviklede klassifikationssystem skal være en sammenhængende struktur til håndtering af byggeriets information på byggeobjekter, der omfatter

såvel bygningsdele som processer og ressourcer, der anvendes gennem byggeriets livscyklus. Udgangspunktet for udviklingsarbejdet var det ikke færdigudviklede klassifikationssystem DBK:2007, samt de anbefalinger som Digital Konvergens havde beskrevet i deres januar 2010-rapport 'Udviklingsplan for Dansk Bygge Klassifikation 2010-12'. Endvidere skulle delprojektet forholde sig til det udredningsarbejde som Lunds Universitet gennemførte på foranledning af EBST omkring dets struktur og BIM-egnhed.

Den overordnede tanke bag udviklingen af CCS følger byggeriets livscyklus gennem byggeriets hovedfaser: Programmering, projektering, udførelse og drift, som det er illustreret i figur 5.



Figur 5. CCS følger byggeriets livscyklus gennem programmering, projektering, udførelse og drift. (Kopi fra cuneco)

Tabel 1. Oversigt over publikationer og tabeller som er resultatet af udviklingsarbejdet i cuneco.

Publikation og tabeller	Indhold
CCS-identifikation - Regler, definitioner og eksempler (april 2013)	Kodningsregler, jf. CCS, som muliggør kodning og identifikation af unikke bestanddele i et byggeri
CCS-klassifikation af bygværker	Rapport om CCS-klassifikation af bygværker
Høringsrapport CCS-klassifikation af bygningsdele inklusive klassifikationstabeller	Rapport om CCS-klassifikation af bygningsdele
Høringsrapport - Klassifikation af ressourcer, januar 2014	Rapport om CCS-klassifikation af ressourcer
Bygningsdele (R0)	Excel-tabel indeholdende tabeller og koder for bygningsdele
Rum (R0)	Excel-tabel indeholdende tabeller og koder for rum
Bygværker (R0)	Excel-tabel indeholdende tabeller og koder for bygværker
Materiel (R0)	Excel-tabel indeholdende tabeller og koder for materiel

Overordnet har CCS fokuseret på følgende delelementer:

- Klassifikation af bygværker
- Klassifikation af rum
- Klassifikation af bygningsdele
- Klassifikation af ressourcer
- Identifikation af unikke objekter i form af bygværker, brugsrum og bygningsdele

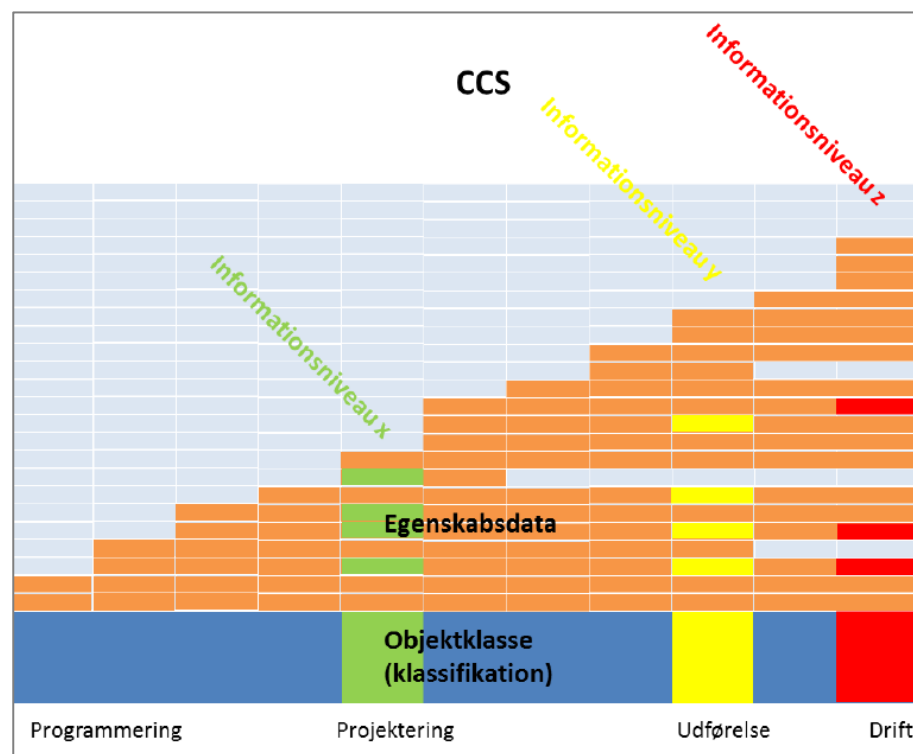
- Revision af ISO 12006-2 Building construction - Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification of information: 2001.

cuneco har udviklet og publiceret resultater fra deres udviklingsarbejde vedrørende klassifikation, som det er angivet i tabel 1.

2.3 Egenskaber - resultater af udviklingen i cuneco

cuneco har i sin beskrivelse for delprojektet for egenskaber opstillet en række målsætninger, som skal sikre, at egenskaberne understøtter en effektiv udførelse af arbejdet i byggeriets faggrupper for arkitekter, ingeniører og entreprenører. Egenskaberne skal desuden understøtte, at faggruppernes udveksling af egenskabsdata ved brug af IKT ideelt set kan gennemføres uden datatab. Med andre ord skal dette arbejde tilgodese både behov hos de forskellige faggrupper og samtidig tage hensyn til, at resultatet kan implementeres i og udveksles imellem byggeriets centrale BIM-værktøjer.

I udviklingen af Egenskaber arbejdes der med egenskaber ved klassifikation af objekterne: Bygværker, rum og bygningsdele. Egenskaberne kan generelt opdeles i to typer: De iboende og de tillagte egenskaber. Egenskaber indeholder begge typer af egenskaber, og defineres som et karakteristisk særpræg for de enkelte byggeobjekter. En egenskab indeholder den egentlige attribut, som beskriver byggeobjektet, og den sikrer, at byggeobjektets egenskabsdata, som fx geometridata og materialedata, kan tolkes og anvendes korrekt, når de udveksles mellem BIM-systemer i byggeriet.



Figur 6: Sammenhæng mellem Klassifikation, Egenskaber og Informationsniveauer.

Egenskabsdata anvendes til stort set alle aktiviteter i byggeriets livscyklus, bl.a. til simulering og kontrol af funktionskrav til byggerier, til beskrivelse og kalkulation samt prisberegning mv.

Formålet med udviklingen i cuneco er endvidere at gøre definitionen af egenskaber til en standard på linje med Klassifikation. Delprojektet vil følge

de samme principper omkring fremgangsmåde for udvikling af DBK, som er anbefalet i Digital Konvergens rapport 'Udviklingsplan for Dansk Bygge klassifikation 2010-12, januar 2010.

cuneco har med delprojektet 'Egenskaber' arbejdet med at operationalisere begrebet egenskaber. I cuneco-regi betragtes egenskaber som karakteristiske særpræg, som kan tildeles et byggeobjekt med relation til konteksten byggeri. Et særligt karakteristikum, der kendetegner Egenskaber, er, at de successivt udbygges og forandres sideløbende med byggeobjektets levetidsudvikling, hvor fx informations-detajleringsgraden stiger over tid. Egenskaber er med andre ord ikke nødvendigvis statiske over tid.

Et andet væsentligt karakteristikum ved egenskaber er, at de ikke har samme værdi for alle involverede faggrupper i byggeriet. Nogle egenskabsdata har stor værdi for en faggruppe, mens de ikke har værdi for andre faggrupper. Et væsentligt problem og en vigtig pointe forbundet hermed er, at den naturlige skaber af egenskabsdata ikke nødvendigvis er den, der har værdi af at anvende disse egenskabsdata. cuneco har ikke lavet en egentlig analyse af, hvordan skabelsen af egenskabsdata sker. Endelig kan skabelsen af egenskabsdata og anvendelse af dem sagtens ske på forskellige tidspunkter i løbet af byggeobjektets livscyklus. Et tredje væsentligt karakteristikum er, at Egenskaber er kraftigt gensidigt påvirket af både Klassifikation og Informationsniveauer, da disse er indbyrdes afhængige af hinanden.

cuneco har udviklet og publiceret resultater fra deres udviklingsarbejde vedrørende Egenskaber, som det er angivet i tabel 2.

Tabel 2. Oversigt over publikationer og oversiger for udviklingsarbejdet vedrørende Egenskaber.

Publikationer og oversigter	Indhold
Introduktion til egenskabsdata	Workshoppræsentation om egenskabsdata
Oplæg vedr. Egenskabsdata	Rapport om egenskabsdata
A. Oversigt over baggrundslitteratur	Bilag til rapport om egenskabsdata
B. Oversigt over scenarier	Bilag til rapport om egenskabsdata
C. Oplæg til feltnavne i database	Bilag til rapport om egenskabsdata
D. Foreløbigt forslag til klassifikationsstruktur	Bilag til rapport om egenskabsdata
E. Eksempler på skærmbilleder fra egenskabsdatabase applikation	Bilag til rapport om egenskabsdata
F. Begrebsmodel	Bilag til rapport om egenskabsdata

2.4 Informationsniveauer - resultater af udviklingen i cuneco

I delprojektet Informationsniveauer har cuneco arbejdet med at udvikle og operationalisere begrebet informationsniveauer. Informationsniveauer er kort fortalt et begreb til at specificere, hvilken konkretiseringsgrad et givet byggeobjekt har eller skal have. Der er defineret syv forskellige informationsniveauer, som dækker typiske anvendelsesscenarier i byggeriet eksempelvis ved udbud eller ved aflevering. Tankegangen er, at resultatet af Informationsniveauer skal kunne anvendes til at specificere, hvilket informationsdetajleringsniveau et givent byggeobjekt skal have på et givent tidspunkt i dens livscyklus. Derved kan Informationsniveauer anvendes af byggeriets faggrupper til at specificere krav til eller status på byggeobjekters informationsindhold ved overlevering- eller afleveringsforretninger.

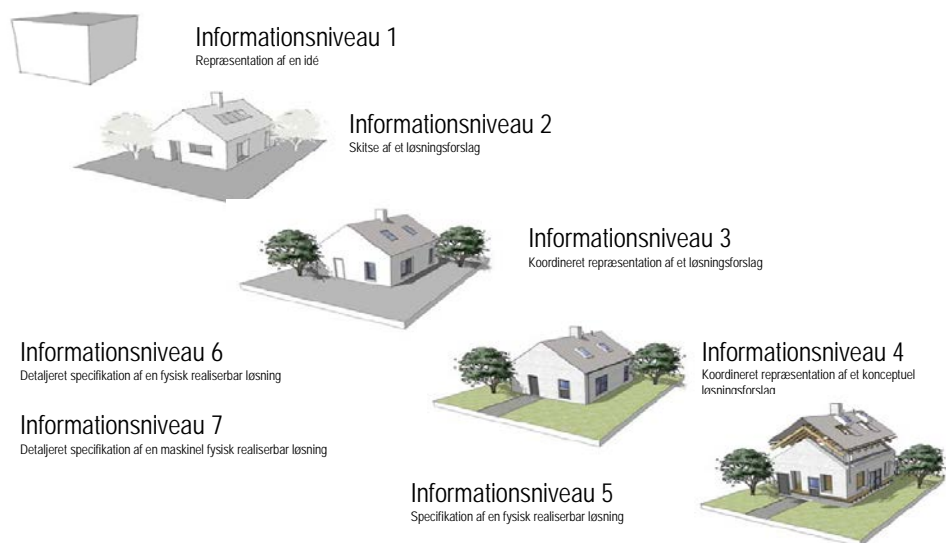
Begrebet 'Informationsniveauer' blev introduceret i 'Det Digitale Fundament' (DDF), der var en del af 'Det Digitale Byggeri'. Ligesom i DDF's definition specificerer Informationsniveauer detajleringsgraden af de digitale informationer, der skal udarbejdes og udveksles gennem byggeriets forskellige faser

og aktører. Den successive konkretisering af byggeobjekternes egenskaber gennem et byggeprojekts livscyklus skaber et behov for en betegnelse og definition for detaljeringsgraden af informationer. Det skal sikre, at information, der videregives til andre parter, har et aftalt og veldefineret detaljeringsniveau, som passer til det givne tidspunkt i byggeprojektet.

Den overordnede målsætning for Informationsniveauer udspringer af et behov for at få begrebet informationsniveauer defineret helt på plads samt få det implementeret i praksis. Dette behov udspringer af, at mange konflikter i byggeriet oftest opstår pga. uklarhed om, hvilke informationer der skal afleveres på et givet tidspunkt. Arbejdet med Informationsniveauer har derfor haft til formål at få begrebet defineret og gjort implementerbart i praksis, som et værktøj i et veldefineret aftalegrundlag.

I delprojektet Informationsniveauer er der defineret syv informationsniveauer, som følger byggeriets livscyklus og faser:

1. Repræsentation af en idé
2. Skitse af et løsningsforslag
3. Koordineret repræsentation af et løsningsforslag
4. Koordineret repræsentation af en konceptuel løsning
5. Specifikation af en fysisk realiserbar løsning
6. Detaljeret specifikation af fysisk realiserbar løsning
7. Detaljeret specifikation af maskinel fysisk realiserbar løsning



Figur 7. Illustration af de syv Informationsniveauer som cuneco har beskrevet. (Kopi fra cuneco)

Tankegangen bag begrebet informationsniveauer er, at en egenskab i løbet af byggeobjektets livscyklus successivt helt eller delvist kan udbygges og specificeres. Dvs. at egenskabernes detaljerings- og konkretiseringsgrad successivt øges og forbedres fra 1.-7. informationsniveau. Overordnet repræsenterer de syv informationsniveauer forskellige anvendelsessituationer eller stadier af informationer tilknyttet et byggeobjekt i løbet af dets livscyklus. Ambitionen er, at informationsniveauer skal kunne anvendes til at specificere og følge specifikations- og detaljeringsgraden af alle væsentlige leverancer af byggeobjekter i et byggeprojekt.

Informationsniveauer har mange fællestræk med buildingSMART's specifikationer i 'Information Delivery Manual' (IDM). Endvidere har arbejdet med Informationsniveauer udviklet en specifikation til gruppering af egenskabsdata ift. formål, anvendelse og /brugssituation kaldet 'Formålsguppering'. Formålsguppering rummer de informationer, der knytter sig til et bestemt emne, som overordnet er udtrykt ved funktionskrav, resultat og produkt. De kan og-

så udtrykkes ved placering, form, energi, tid, mængde etc. i forhold til bygningsdele og brugsrum. I forbindelse med arbejdet med informationsniveauer er der blevet identificeret et behov for og udviklet en struktur, en klassifikation og en kodningssyntaks til håndtering af formålsgruppering.

cuneco har udviklet og publiceret resultater fra deres udviklingsarbejde vedrørende informationsniveauer, som det er angivet i tabel 3.

Tabel 3. Oversigt over publikationer og metoder fra udviklingsarbejdet med Informationsniveauer.

Publikationer og metoder	Indhold
Metode og struktur for informationsniveauer	Rapport om CCS-informationsniveauer
Metode og struktur for informationsniveauer	Præsentation af CCS-informationsniveauer
CCS-informationsniveauer	Rapport om CCS-informationsniveauer
Bilag 8. Informationsniveauer	Præsentation af CCS-informationsniveauer
CCS - En helhedsbetragtning	Præsentation af resultaterne fra CCS-informationsniveauer ved Bent Feddersen
CCS-klasser af informationer	Præsentation af konceptet bag formålsgruppering

2.5 Opmålingsregler – resultater af udviklingen i cuneco

Delprojektet om Opmålingsregler har udviklet og operationaliseret, hvordan udbud/tilbud med mængder i praksis kan gennemføres. I arbejdet med at opnå dette er der blevet opstillet en metode til, hvordan udbud/tilbud med mængder gennemføres. Resultatet af delprojektet omfatter følgende standarder og metoder (specifikationer):

- Digitale tilbudslistes med mængder
- Data til udbuds- og tilbudsgivning

Endvidere er der i delprojektet udviklet følgende understøttende standarder og metoder (specifikationer):

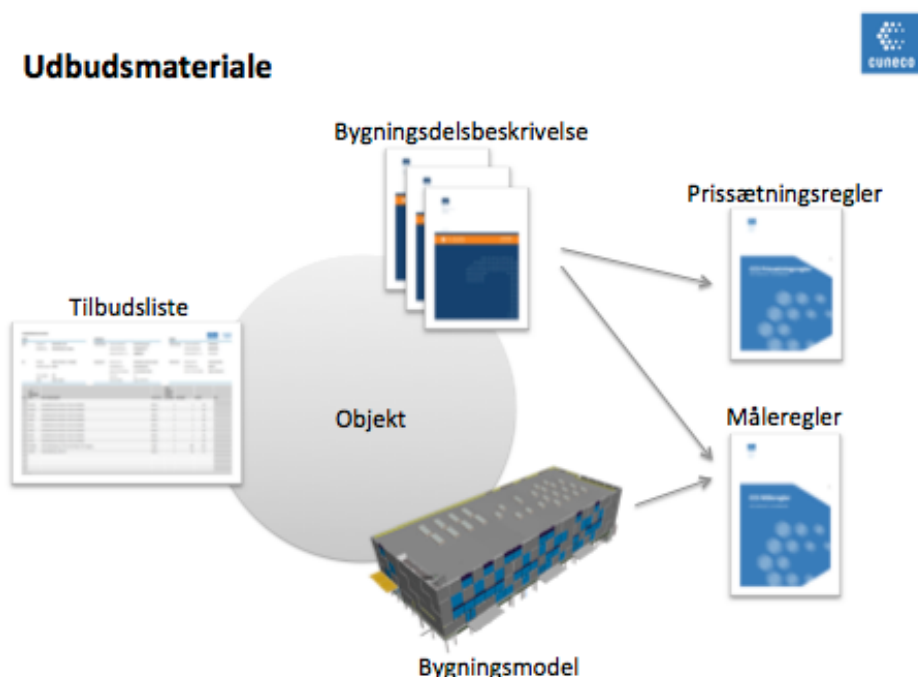
- Måleregler
- Klassifikation
- Informationsniveauer

Målsætningerne i cunecos delprojekt Opmålingsregler er overordnet at specificere de fælles retningslinjer for de byggeprocesser, hvor mængder er vigtige og indgår som informationsbærere. Desuden skal der defineres fælles regler for, hvordan disse mængder opmåles og anvendes i praksis. Projektet har haft ambition om at have fokus på aktivitetsområderne: Rådgiverkalkulation, udbudsmængder, entreprenør-kalkulation, leverandør-kalkulation, tilbud, logistik, e-handel og aflevering. Endelig skal opmålingsreglerne kunne håndteres som BIM-informationer i relation til de digitale værktøjer, der anvendes i byggebranchen.

I delprojektet Opmålingsregler har cuneco arbejdet med at operationalisere udbud/tilbud med mængder ift. udbud/tilbud mellem rådgiver og entreprenør. En vigtig præmis for dette delprojekt har været, at udbud/tilbud med mængder både skal kunne gennemføres analogt og digitalt. Udbud/tilbud med mængder skal muliggøre, at der kan realiseres effektiviseringsgevinster indenfor de aktiviteter, hvor der enten gennemføres udbuds- og tilbudsprocesser, eller hvor der sker en overlevering af information mellem byggeriets faggrupper. cuneco har udarbejdet operationaliseringer (specifikationer) af følgende:

- Tilbudsliste
- Specifikation af data til udbud
- Opmålingsregler

Overordnet kan indholdet i delprojektet Opmålingsregler illustreret, som vist i figur 8.



Figur 8. Illustration af koncept for operationalisering af udbud og tilbud med mængder. (Kopi fra cuneco)

Resultatet af arbejdet med Opmålingsregler viser, at gennemførelsen af udbud/tilbud med mængder skal ske med udgangspunkt i følgende:

Udbudsmateriale:

- Bygningsdelsbeskrivelse
- Bygningsmodel
- Tilbudsliste

som understøttes af:

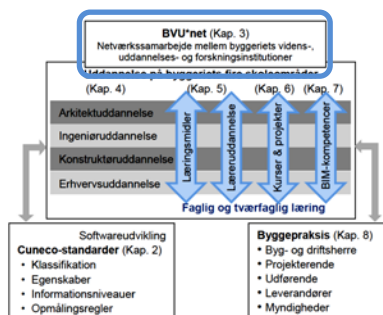
- Måleregler
- Klassifikation
- Informationsniveauer

Centralt for operationaliseringen af opmålingsregler er, at det er det enkelte byggeobjekt, der indgår i byggeprojektet, der udgør det fælles referencegrundlag. cuneco har udviklet og publiceret resultater fra deres udviklingsarbejde vedrørende opmålingsregler, som det er angivet i tabel 4.

Tabel 4. Oversigt over publikationer og notater for udviklingsarbejdet med opmålingsregler.

Publikationer og notater	Indhold
Sammenfatning af opmålingsprojekter	Sammenfattende rapport vedr. koncept for CCS-opmålingsregler
Standardiserede og digitaliserede tilbudsliste	Rapport vedr. CCS-opmålingsregler – specifikation af tilbudsliste
CCS-specifikation af data til udbud- /tilbudsgivning	Rapport vedr. CCS-opmålingsregler – specifikation af data til udbud
CCS-måleregler	Rapport vedr. CCS-opmålingsregler – specifikation af måleregler

3. BVU*nets etablering og tværfagligt samarbejde mellem uddannelser



BVU*net er et netværkssamarbejde mellem byggeriets videns-, uddannelses- og forskningsinstitutioner, som blev stiftet den 13. januar 2011, og som er samarbejdspart i ansøgningen til cuneco-projektet. Gennem cuneco-projekt 17011 'Metode til implementering i uddannelser' og cuneco-projekt 17021 'Gennemførelse af implementering i uddannelser' har BVU*net bidraget til cuneco-projektet.

BVU*net har stået for koordineringen af implementering i uddannelserne, som er gennemført af uddannelsesinstitutioner på de fire uddannelsesområder: Arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelse.

3.1 BVU*nets etablering og organisering

Den 13. januar 2011 mødtes en gruppe af interesserede fra byggeriets videns-, uddannelses- og forskningsinstitutioner på DTU for at stifte BVU*net. De 24 deltagere (se navnelisten i bilag E) blev enige om at underskrive en samarbejdsaftale, som kan ses på www.bvunet.dk. I aftalens § 4 om mission og vision står fx skrevet:

*"Det er BVU*nets mission at fremme paradigmeskiftet mod digitalisering af byggeriet, gennem et fællesgavnligt samarbejde mellem byggeriets videns- og uddannelsesinstitutioner. BVU*net ønsker at fremme paradigmeskiftet for at dette skifte kan øge byggeriets produktivets-, konkurrence- og effektiviseringsevne.*

*Det er BVU*nets vision:*

- *At styrke netværksdeltagernes uddannelser, kompetencer og muligheder for at tilbyde læring, grund- og efteruddannelse til lærlinge, bygningsarbejdere, studerende og byggeriets parter gennem samarbejde og fælles indsats.*
- *At styrke netværksdeltagernes formidling af viden, forskning, resultater, innovation og udvikling gennem samarbejde og fælles indsats.*

Netværksdeltagernes samarbejde med byggeriets øvrige parter herom skal gennem digitaliseringen bidrage til et bedre, mere innovativt og konkurrencedygtigt byggeri."

Samarbejdsaftalen var oprindeligt aftalt til at løbe over 1 år, men den blev senere forlænget til udgangen af 2012. I denne opstartsperiode blev der arbejdet med udvikling af foreningens organisation og samarbejdsform, så den kunne virke i årene fremover og understøtte arbejdet i cuneco. Til at styre udviklingen blev der nedsat et koordiningsråd på 10 medlemmer med to repræsentanter fra hver af de fem institutionskategorier:

1. Arkitektbranchens Forsknings- og Uddannelsesinstitutioner – kaldet "Arkitekt- og designskoler"

2. Ingeniørbranchens Forsknings- og Uddannelsesinstitutioner – kaldet "Universiteter og ingeniørhøjskoler"
3. Erhvervsakademier, VIA / UC og professionshøjskoler samt relaterede sekretariater kaldet "Erhvervsakademier og professionshøjskoler"
4. Erhvervsuddannelsescentre og Byggeriets Uddannelsessekretariater – kaldet "Erhvervsrettede uddannelser"
5. Forsknings- og Vidensinstitutionerne og Vidensformidlingsinstitutionerne – kaldet "Vidensinstitutioner".

Koordineringsrådet fik desuden tilknyttet en sekretær, og cuneco fik to observatørposter uden stemmeret i koordineringsrådet. Nærmere om koordineringsrådets medlemmer i perioden 2011-12 kan ses i bilag E.



Figur 9. Billede af stifterne af BVU*net på DTU i Lyngby den 13. januar 2011, hvor Mads Clausen er fotograf. Se navneliste i bilag E. (Foto: Mads Clausen)

I den knap 2-årige periode fra 13. januar 2011 til 15. december 2012 fik koordineringsrådet udarbejdet grundlaget til den fremtidige forening. Parallelt hermed blev samarbejdet mellem uddannelsesinstitutionerne udbygget og metoder for implementeringen af cuneco-standarder i uddannelserne blev trinvis lagt fast. Metodeudviklingen er gennemført i cunecos delprojekt 17011 'Metode til implementering i uddannelser', og resultatet er nærmere beskrevet i SBi 2013:18 'Uddannelse i cuneco-standarder og -værktøjer – Del 1: Strategi, metode og udviklingsmål for implementering på skoler' (Bertelsen o.a., 2013).



På stiftende generalforsamling den 15. november 2012 på SBi, AAU København fik BVU*net status som en ikke-kommerciel forening med vedtægter, forretningsorden og virksomhedsnummer. Foreningens øverste myndighed er herefter generalforsamlingen, og den ledes af en valgt bestyrelse på 10 medlemmer med aflønnet deltidssekretær, som står for den daglige drift. Nærmere om bestyrelsesmedlemmer i perioden 2012-14 ses i bilag F.

I den periode har bestyrelsen holdt regelmæssige bestyrelsesmøder ni møder: 11/11 2012, 7/1 2013, 27/2 2013, 27/8 2013, 27/11 2013, 12/2 2014, 22/5 2014, 20/8 2014 og 5/11 2014. På møderne har der være drøftet aktuelle forhold inden for følgende områder, som efterfølgende er uddybet:

- Drift af sekretariat og foreningens administration
- Formidling og drift af hjemmesiden www.bvunet.dk
- Medlemsmøder og medlemsservice

- Erfaringsudveksling mellem de fem institutionskategorier
- Arbejdet i udvalg og temagrupper
- Status over igangværende udviklingsprojekter.

3.2 Formidling, medlemsmøder, aktiviteter og projekter

Hovedaktiviteterne i samarbejdet i BVU*net har primært drejet sig om:

- Formidling på hjemmesiden www.bvunet.dk
- Afholdelse af medlemsmøder
- Samarbejdet i udvalg og temagrupper
- Samarbejdet i udviklingsprojekter.

Formidling på hjemmesiden

Tidligt i foreningens virke blev hjemmesiden www.bvunet.dk etableret, som en samlende formidlingsplatform mellem medlemmerne. På hjemmesiden, der er åben for alle, er der afgang til foreningens vedtægter, bestyrelsesreferater, medlemsmøder, medlemsinstitutionerne og aktiviteter i udvalg, temagrupper og projekter.

Afholdelse af medlemsmøder

Foreningen ønsker mindst to gange om året at afholde et medlemsmøde på skift mellem medlemmerne, hvor udvalgte temaer drøftes. Det er siden 2011 blevet til følgende møder med de angivne temaer:

- 1. møde: DTU, Lyngby 13/1 2011 – Stiftelse af foreningen.
- 2. møde: VIA, Horsens 30/8 2011 – Samarbejde og IKT-bekendtgørelse.
- 3. møde: SBI, København 15/11 2012 – Stiftende generalforsamling.
- 4. møde: KADK, København 7/5 2013 – cuneco-projekt og renovering.
- 5. møde: SBI, Kbh. 27/8 2013 – Workshop 1: cuneco implementering i uddannelser.
- 6. møde: SBI, Kbh. 27/11 2013 – Workshop 2: cuneco implementering i uddannelser.
- 7. møde: VIA, Horsens 19/02 2014 – Workshop 3: cuneco implementering i uddannelser.
- 8. møde: AAU, Aalborg 22/05 2014 – Workshop 4: cuneco implementering i uddannelser.
- 9. møde: DTU, Lyngby 20/08 2014 – Workshop 5: cuneco implementering i uddannelser.

Som det ses, er de sidste medlemsmøder gennemført som workshops i tilknytning til cuneco-projekt 17021. Her er projektet i dets forskellige stadier drøftet i et samarbejde mellem de fire uddannelsesområder, som har arbejdet med implementering af cuneco-standarder på hvert sit uddannelsesområde.

Samarbejdet i udvalg og temagrupper

I starten af perioden viste der sig flere muligheder for mindre samarbejder, som blev lagt i forskellige arbejdsudvalg. Det drejede sig fx om:

- Muligheder for fælles softwareindkøb, hvor der blev fremlagt fælles retningslinjer
- Filnavngivning på dansk og engelsk, hvor der blev udarbejdet et forslag som blev sendt til cuneco
- Undervisning i digital byggesagsbehandling (DOB), hvor der blev lavet et kursus sammen med Kommunernes Landsforening

- Deltagelse i Tænketaank for Bygningsrenovering, hvor BVU*net blev tovholder for initiativ om uddannelse og innovation, som senere blev til et udviklingsprojekt
- Samarbejde om IKT-bekendtgørelserne, hvor flere medlemmer bidrog til de nye versioner og koordineringen mellem offentligt og alment byggeri.

I starten af perioden blev der også forsøgt etableret samarbejder i fire temagrupper med relation til udviklingsarbejdet i cuneco-projektet:

- Temagruppe 1: Informationsniveauer, tovholder Jan Karlshøj
- Temagruppe 2: Bygningsdele, tovholder Kaj Jørgensen
- Temagruppe 3: Uddannelse, tovholder Lars Klint og Per Kortegaard
- Temagruppe 4: Regional forankring, tovholder Asbjørn Levring.

Vedrørende informationsniveauer har der bl.a. på DTU og AAU været samarbejde med virksomheder om eksamensprojekter og specialer, hvor informationsniveauer og bygningsdele er blevet behandlet.

I temaet om bygningsdele var det primært centreret omkring udfordringerne ved at identificere nye informationsbehov og nye metoder til produktiv håndtering af information om bygningsdele og rum, så den resulterende information giver mest mulig værdi i hele forløbet. Der blev afholdt seks møder, hvor en række konkrete emner blev behandlet. Efterfølgende blev der udarbejdet et notat om de fælles erfaringer og udviklingsmuligheder, som kan ses på www.bvunet.dk, og som har indgået i cuneco-projekt 17021. Se bilag C.

Arbejdet med uddannelse blev delt i en øst- og en vestgruppe med henholdsvis Lars Klint og Per Kortegaard som tovholdere. Efter flere møder i grupperne kom der to resultater ud af arbejdet. I øst blev der sammen med cuneco ansøgt og bevilget støtte til projektet 'cuneco forankring i Region Hovedstaden', hvor KADK, DTU og KEA samarbejder om BIM-uddannelser, som et supplement til cuneco-projektet 17021. I vest blev der udarbejdet ansøgning af en samarbejdsgruppe af uddannelsesinstitutioner og virksomheder, som satte fokus på anvendelsen af BIM i det lokale sygehusbyggeri i Skejby.

Arbejdet med den regionale forankring tog udgangspunkt i succesene med De Digitale Dage i Aalborg. Der blev forsøgt etableret og støttet regionale BIM-netværk i bl.a. Aarhus- og Københavnsområdet med baggrund i samarbejde på BIM-camps. I dag ser vi, at BIM-Aarhus har fået sit eget liv med møder og konferencer i et lokalt samarbejde mellem uddannelsesinstitutioner og virksomheder i områder.

Sidst i perioden blev arbejdet i temagrupperne inkluderet i cuneco-projektet med implementering i uddannelser, og bestyrelsen overvejer nu, hvordan fremtiden for udvalg og temagrupper skal se ud.

Samarbejdet i udviklingsprojekter

Fra foreningens start har BVU*net forsøgt at få igangsat eller blive partnere i konkrete udviklingsprojekter, hvor det tværfaglige samarbejde kunne praktiseres. Ud over cuneco-projekt 17011 'Metoder til implementering i uddannelser' og 17021 'Gennemførelse af implementering i uddannelser', som er behandlet i denne rapport, har der med reference til BVU*net været arbejdet med følgende projektet:

- Build Up Skills II og ConSkills III er to EU-ansøgere, som er søgt i et samarbejde mellem bl.a. SBI, Byggeriets Uddannelser og Dansk Byggeri for at styrke energiuddannelserne, men som desværre ikke blev bevilget.

- Tænketaank for bygningsrenovering, hvor BVU*net deltog med Niels Haldor Bertelsen som repræsentant, og hvor BVU*net nu er tovholder for initiativ 5 og 6 vedrørende uddannelse og innovation. Projektet afsluttes i 2016.
- cuneco forankring i Region Hovedstaden, som jf. ovenover blev bevilget af Region Hovedstaden, og hvor cuneco, KADK, DTU og KEA samarbejder om cuneco-implementering i uddannelser parallelt til cuneco-projekt 17021. Projektet afsluttes i 2015.
- Effektiv bygge-logistik i praksis som er bevilget til SBI fra Trafikstyrelsen, GI og Realdania, og hvor erhvervs- og konstruktøruddannelsesinstitutioner deltager med undervisning til udførende, specialister og ledere. Projektet afsluttes i 2016.

3.3 Gennemførelse af cuneco-projekt 17011 og 17021

BVU*net har stået for koordinering og den faglige kvalitetssikring af cuneco-projekt 17011 'Metoder til implementering i uddannelser' og cuneco-projekt 17021 'Gennemførelser af implementering i uddannelser' for cuneco. Projekt 17011 er afsluttet, og det er primært gennemført af følgende parter:

- Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Aalborg Universitet København ved Niels Haldor Bertelsen, som var projektleder.
- Kunstakademiets Arkitektskole København, Institut for design og kommunikation ved Lars Klint.
- Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg ved Kjeld Svidt,
- VIA University College, Horsens ved Per Christensen.
- Byggeriets Uddannelser ved Rasmus Zier Bro.

Projekt 17011 er grundlag for projekt 17021, og resultatet er nærmere beskrevet i SBI 2013:18 'Uddannelse i cuneco-standarder og -værktøjer – Del 1: Strategi, metode og udviklingsmål for implementering på skoler' (Bertelsen o.a., 2013).

Resultatet af projekt 17021 er nærmere beskrevet i denne rapport. I kapitel 1 er baggrund, formål og projektets aktiviteter nærmere beskrevet. Som det fremgår af beskrivelsen ovenover under medlemsmøder, har de seneste fem haft fokus på det tværfaglige samarbejde mellem de fire uddannelsesområder, som hver har haft sit eget delprojekt i projekt 17021. I forbindelse med de fire uddannelsesområders delprojekter er der etableret nogle udviklingsteams, som har støttet projektlederen i arbejdet på de aktuelle uddannelsesområder. Deltagerne i de fire delprojekter har været følgende:

Delprojekt 1: Arkitektuddannelser

- Projektleder: Lars Klint, Kunstakademiets Arkitektskole København, Institut for design og kommunikation.
- Kunstakademiets Arkitektskole København (KADK) ved Lars Klint, Anders Hermund, Nicolai Rostrup, Ture Bundgaard og Daniel Tissot Skafte samt Per Kortegaard fra Arkitektskolen i Aarhus (AAA).

Delprojekt 2: Ingeniøruddannelser

- Projektleder: Kjeld Svidt, Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg.
- DTU Byg ved Flemming Vestergaard og Jan Karlshøj.
- AAU Institut for Mekanik og Produktion ved Kaj A. Jørgensen og Lene Faber Ussing.
- AAU Institut for Byggeri og Anlæg ved Kjeld Svidt og Maria Thygesen.
- VIA University College Horsens ved Per Christensen.

Delprojekt 3: Konstruktøruddannelser

- Projektleder: Per Christensen, VIA University College, Horsens.
- VIA University College, Horsens ved Per Christensen.
- VIA University College, Aarhus ved Inger Margrethe Jensen, Martin Nielsen og Dee Damin.
- VIA University College, Holstebro ved Christian Vedel Andersen.
- København Erhvervsakademi ved Bjørn Antonsen og Erik Falk Jørgensen.

Delprojekt 4: Erhvervsuddannelser

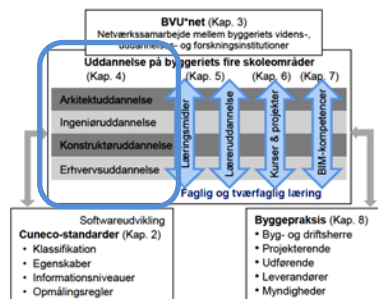
- Projektleder: Rasmus Zier Bro, Byggeriets Uddannelser.
- Byggeriet Uddannelser ved Rasmus Zier Bro og Lone Thrane.
- Construction College Aalborg ved Søren Christensen.

*Delprojekt 5: BVU*net's etablering og koordinering*

- Projektleder: Niels Haldor Bertelsen, Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Aalborg Universitet København.
- BVU*net sekretariat ved Christian Bolding og Daniel Tissot Skafte.
- Kunstakademiets Arkitektskole København ved Lars Klint.
- Arkitektskolen i Aarhus ved Per Kortegaard.
- Aalborg Universitet, Institut for Mekanik og Produktion ved Kaj A. Jørgensen.
- Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg ved Kjeld Svidt.
- VIA University College Horsens ved Gunnar Eriksen.
- Københavns Erhvervsakademi ved Claudio Spaziani Testa.
- Erhvervsakademiet Lillebælt ved Tom Frostgaard.
- UCN Aalborg ved Jacob Holm Guldvang
- Construction College Aalborg ved Kim Knudsen.
- Herningsholm Erhvervsskole ved Martin Lyhne Holmgaard.
- Byggeriets Uddannelser ved Jan Ejerskov Petersen.
- Arkidata ved Peter Hauch.
- Statens Byggeforskningsinstitut ved Niels Haldor Bertelsen, Nils Lykke Sørensen og Jan Fuglsig Lambrecht.

Som det fremgår af figur 1 i kapitel 1 er cuneco-projekt 17021 gennemført i fem delprojekter, hvor de fire første er delprojekter for hver af de fire uddannelsesområder: Arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelse. Det femte og sidste delprojekt er gennemført af BVU*nets bestyrelse (i begyndelsen Koordineringsrådet) med SBI som projektleder. Dette delprojekt har haft til formål at etablere og drive BVU*net i perioden 2011-14 og samtidig lægge grunden for foreningens drift fremefter. Delprojektet har desuden haft til formål at koordinere samarbejdet mellem de fire uddannelsesområder og kvalitetssikre projekt 17021. Som det før er nævnt, er hjemmesiden og medlemsmøderne blevet brugt for at styrke den tværfaglige koordinering og den regionale forankring mellem uddannelsesinstitutioner og virksomheder, hvilket har været den overordnede målsætning for BVU*net.

4. De fire uddannelsesområders delprojekter i implementeringen



Der er meget stor forskel til de fire uddannelsesområders tilgang til implementeringen af cuneco-standarder. For arkitektuddannelsen har der været arbejdet med to nye kurser på uddannelsesinstitutionerne i København og Aarhus med fokus på den tidlige formgivningsfase og projektkonkurrencer samt de studerendes og de professionelle arkitekters behov for BIM-kompetencer. For ingeniøruddannelserne har der

været arbejdet for at styrke samarbejdet mellem ingeniøruddannelsesinstitutionerne, og man har arbejdet med fire 'tunge' ingeniørdiscipliner og læreruddannelse som særlige implementeringsområder. For konstruktøruddannelserne har der været arbejdet med udvikling af læringsmetoder og uddannelse af undervisere i BIM-gruppen på VIA i Horsens, Aarhus og Holstebro, og der er samarbejdet med Københavns Erhvervsakademi (KEA) i workshops. For erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelser har der været arbejdet med vurdering af behov for fire faglige udvalg under Byggeriets Uddannelser, og de praktiske muligheder for uddannelsesinstitutionerne er illustreret gennem Construction College Aalborg.

4.1 Arkitektuddannelser

Arkitektuddannelsen på landets to arkitektskoler – Kunstakademiets Arkitektskole København (KADK) og Arkitektskolen i Aarhus (AAA) – er kategoriseret som en kunstnerisk uddannelse og adskiller sig fra beslægtede tilbud på universiteterne i kraft af den vægt, der lægges på æstetik og refleksiv praksis. Dette anses for nødvendigt til erhvervelse af en fundamental arkitektonisk dannelse. Det udgør selve udgangspunktet for senere at kunne indgå på kreativt niveau i en professionel praksis på en af landets tegnestuer, kommuner eller andetsteds, hvor der er behov for arkitektonisk kompetence. Uddannelsens formål er at åbne de studerende for selvstændig refleksion, at sofistikere deres eget formsyn gennem forslagsstilling, og at de finder deres egen drivkraft i faget. Det er ikke nødvendigvis altid tilfældet, at uddannelsens form og indhold afspejler arkitektprofessionens mere konkrete præmisser; men sådan må det nødvendigvis være, når uddannelsen varer fem år, og det professionelle virke varer resten af arbejdslivet.

Der er med andre ord kun relativ kort tid på studiet til at indlære de fundamentale kompetencer til at kunne skabe arkitektur. Til gengæld har man så resten af livet til at opøve færdigheder inden for de erhvervsmæssige vilkår arkitekter arbejder under. Som følge heraf eksisterer der traditionelt set for arkitekter en betragtelig mængde erhvervsrettet oplæring i erhvervets professionelle regi, såvel formel som uformel. Dette kan med en vis ret generaliseres til, at arkitektuddannelsen er meget optaget af idéudvikling, kunstnerisk praksis og grafisk udtryk, og at fagets erhvervsrettede oplæring - det professionelle regi - er optaget af fagets byggetekniske, fagsproglige og økonomiske aspekter.

Således har man på KADK og AAA gennem årene vurderet, at man bør være forsigtig med at kræve indlæring i arkitektuddannelsen, som først naturligt vil finde deres rette kontekst i fagets erhvervsrettede oplæringspraksis.

Efter en nærmere granskning og egentlige afprøvninger på studerende, blev det klart for projektgruppen, der skulle realisere delprojektet for arkitektuddannelserne, at fællestruktur for implementeringen i uddannelserne kun i nogen grad kunne følges. Ikke uventet, hvis man ser på uddannelsernes forskellighed, hvor arkitektuddannelserne, som en kunstnerisk og skabende uddannelse, kun sekundært fokuserer på byggeteknik og kun sporadisk beskæftiger sig med navngivning af bygningsdele.

Det blev derfor besluttet at indlede BIM-kurserne med en slags 'byggemodning' for overhovedet at kunne introducere cuneco-standarder, -værktøjer og -terminologier.

Generelt i arkitektfaget påbegyndes en projekteringsfase først efter en grundig formudviklingsfase, der skal skabe et grundlag for projektet, og som ofte udvikles fra vage ideer og stramme budgetter. På arkitektskolerne fylder formudviklingsfasen derfor stort set hele studiet. En stor del af denne formudviklingsfase benytter analoge tegneteknikker eller en vekselvirkning mellem analoge og digitale tegneteknikker. Det er derfor et helt særligt vilkår arkitektuddannelserne har, når det gælder implementering af cuneco-standarder. Som det er i dag, er formudviklingen på uddannelsesinstitutionerne et sikret frirum, hvor en ikke lineær kreativ kunstnerisk proces pågår, og hvor eventuelle cuneco-standarder derfor vil forsvinde i diverse transformationer.

I tillæg til ovennævnte, er det en generel bekymring for arkitekterne, at implementering af cuneco-standarder i arkitektfaget vil give arkitekterne et stort merarbejde, som efterfølgende ikke vil komme arkitekten til gode. Det underbygges af, at cuneco forventer, at merarbejde i byggeriets startfase først vil vise sig gavnlig i senere faser i byggeriets livscyklus.

Med baggrund i ovenstående forhold har arkitektskolerne valgt at gennemføre arkitektuddannelsernes delprojekt i følgende aktiviteter:

- Gennemførelse af en række interviews med arkitekter på danske tegnestuer om deres arbejdsmetoder og anvendelse af Revit og BIM (se nærmere herom i kapitel 8).
- Gennemførelse af en spørgeskemaundersøgelse for en stor gruppe studerende på KADK og AAA om anvendte arbejdsmetoder, digitale værktøjer og erfaringer med byggeteknik (se nærmere herom i kapitel 7).
- Implementering af nyt BIM-orienteret kursus på KADK med Revit og et nyt kursus om projektkonkurrencer på AAA, hvor cuneco-standarder blev behandlet som supplerende emner (se nærmere herom i kapitel 6).
- Som en del af disse aktiviteter blev der udarbejdet nye kompendier og andet undervisningsmateriale (se nærmere herom i kapitel 5).

4.2 Ingeniøruddannelser

Målet for delprojektet for ingeniøruddannelserne har været at igangsætte en proces, som skal introducere cuneco-standarder for studerende og undervisere på ingeniøruddannelserne. Det er sket i sammenhæng med eksisterende metoder og værktøjer, som understøtter de processer og workflows, som de studerende skal kunne beherske gennem studietiden og i deres fremtidige jobs.

Flere af de deltagende uddannelsesinstitutioner har studieretninger, der henvender sig til den traditionelle civilingeniøruddannelse, men også mere integrerede uddannelser over mod arkitektfaget, architectural engineering og bygningsinformatik, som er en cand. scient. techn. uddannelse. Udgangspunktet for implementeringen har været at kunne inddrage cuneco-standarder, i det omfang de har været færdigarbejdet og har været oversat til engelsk, så de kunne bruges på de kandidatuddannelser, hvor der undervises på engelsk.

Fokus har været på de "tunge" ingeniørfaglige discipliner på diplomingeniør-, bachelor- og kandidatniveau, og 25 % af indsatsen er lagt på transformation af cuneco-standarder til uddannelserne og resten på øvrige uddannelsesaktiviteter. Der har været arbejdet med analyser og simuleringer på bygningskonstruktioner inden for følgende discipliner:

- Bærende konstruktioner, statik/FEM, stabilitet og vind.
- Indeklima, komfort, energi og bæredygtighed.
- Økonomi, mængder, kalkulation, mængder, omkostninger og tilbud.
- Proces, bygbarhed, planlægning og styring samt informationsudveksling.

Formålet har været at kunne skabe sammenhæng mellem den geometriske bygningsmodel, dens egenskabsdata og de analytiske modeller. Herigen nem forventes informationsflowet forbedret, og der skabes øget mulighed for samarbejder såvel fagligt som tværfagligt.

Der ligger en række udfordringer i at foretage simuleringer ud fra modelinformationer, som stammer fra andre af byggeriets parter. Modellen skal være forberedt til den efterfølgende konkrete simulering, og dette betyder, at det er nødvendigt med en detaljeret specifikation af modellernes informationsindhold, for at man rationelt kan gennemføre beregningerne. 'State of the art' er, at der foretages en meget stor efterbehandling af bygningsmodellerne, før de kan anvendes. Hertil kommer at analyser og simuleringer ikke bare udføres én gang i et projektforsøg, men med fordel kan udføres flere gange gennem hele projektforsøget og med stigende detaljeringsniveau. Man kan fx udarbejde en overslagsberegning på energiforbruget tidligt i processen baseret på volumener og orientering, og senere kan man udføre mere præcise beregninger på bygningsdelsniveau.

Delprojektet skal ideelt set munde ud i et undervisningsmateriale, som er afprøvet i og tilpasset de enkelte ingeniøruddannelser, så hvert fag bliver uddannet i cuneco-standarder på et niveau, der er påkrævet for deres specifikke faglighed. For at sikre at delprojektet bliver anvendeligt for alle uddannelser og institutioner, er der lagt stor vægt på, at der er en bred opbakning til delprojektet, og at der er deltagelse fra så mange institutioner som muligt. Parterne har fra starten vurderet en risiko for implementeringen kunne henføres til mangler i de udviklede cuneco-standarder og den stramme projektoekonomi og tidsplan. Projektparterne blev derfor nødt til at løse opgaverne individuelt, og antallet af fysiske møder blev begrænset, men der har jævnligt været afholdt onlinemøder. Herved blev det primært enkelte foregangsmænd som udførte arbejdet, og de øvrige parter måtte tilslutte sig disse løsningsforslag og resultater.

I projektforsøget har tre undervisere fra de tre uddannelsesinstitutioner DTU, VIA Horsens og AAU medvirket i et startkursus på 2 dage afholdt af cuneco, hvor der i begrænset omfang deltog projektdeltagere fra cunecos udviklingsprojekter. Formålet med startkurset var at give deltagerne et overordnet overblik over, hvad CCS består af, samt hvordan de enkelte elementer i CCS interagerer med hinanden. Den efterfølgende indsats blev målrettet

fem konkrete faglige indsatsområder, som er centrale for ingeniøruddannelserne, og som blev delt mellem institutionerne:

- Energi og indeklima: AAU Byggeri & Anlæg og DTU.
- Konstruktion: AAU Byggeri & Anlæg og VIA Horsens.
- Mængdeudtræk og omkostningskalkulation: AAU Mekanik & Produktion og DTU.
- Informationsudveksling: DTU.
- Workshop for undervisere: VIA Horsens.

4.3 Konstruktøruddannelser

I delprojektet for konstruktøruddannelserne er cuneco-standarder sat ind i undervisningen, så de fremadrettet kan implementeres i takt med, at de udvikles og færdiggøres til reel anvendelse i byggeriet. Fokus har været på udvikling af læringsmetoder og uddannelse af undervisere i den formelle BIM-gruppe på VIA i Horsens, Aarhus og Holstebro. Se plan for BIM-implementering i VIA University College i bilag D. Senere i implementeringen er der samarbejdet med uddannelsen på Københavns Erhvervsakademi (KEA) i afholdelse af workshop, hvor erfaringerne fra et lignende forløb blev anvendt.

Bygningskonstruktøruddannelsen er en generalistuddannelse, hvor alle faser berøres, og som sådan vil alle hovedfaser og faglige spor kunne være aktuelle i implementeringen. Der arbejdes i forhold til den buildingSMART støttede amerikanske guide: 'BIM project execution planning guide' med de medfølgende 'BIM uses' (BIM anvendelser), og cuneco-standarder vil efterfølgende blive indarbejdet i disse 'BIM uses'.

Der er særligt lagt vægt på projekterings- og udførelsesfase, hvor der bl.a. arbejdes med:

- Bearbejdning af viden og modeller fra analyse- og planlægningsfaser.
- Modelsamarbejder i relation til udbuds- og samarbejdsformer.
- Simuleringer i forslags- og projekteringsfaser på forskellige fagområder.
- Transformation af modeller og viden til udbud og udførelse.
- Bearbejdning af viden og modeller fra forslags- og projekteringsfaser.
- Anvendelsen af modelbaserede data i udførelsesprocesser.

I implementeringen på VIA er der afholdt en række workshops omhandlende CCS. Der er også afholdt en række konferencer og egentlige kursusforløb for lærergruppen om BIM-relaterede programmer som Solibri, VICO og Spine. Derudover er der udvekslet erfaringer i det landsdækkende skole-samarbejdet med repræsentation fra Københavns Erhvervsakademi (KEA), University College Nordjylland (UCN), Erhvervsakademi Sjælland (EASJ), Erhvervsakademi Lillebælt (EAL) samt Erhvervsakademi Sydvest (EASV).

4.4 Erhvervsuddannelser

Formålet med implementeringen i erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelserne (EUD og AMU) er at vurdere behov, barrierer samt initiativer, der kan fremme digitaliseringen i byggeriet hos de udførende. Det er gjort med udgangspunkt i:

- De tre faglige udvalg for tømrer, murer og struktører samt for efteruddannelsesudvalget BAI, som har til huse i Byggeriets Uddannelser.

- Uddannelser på Construction College Aalborg og erfaringer fra deltagelse i De Digitale Dage (DDD) i Aalborg i 2014.

Byggeriets Uddannelser er sekretariat for bl.a. de fire udvalg, som indgår i implementeringen:

- Tømrer: 'Det faglige udvalg for Træfagenes Byggeuddannelse' med ansvar for tømrer, gulvlægger, alutømrer, tækkemand og byggemontage-tekniker.
- Murer: 'Det Faglige Fællesudvalg for Murer-, Stenhugger- og Stukkaturfa-get' med ansvar for murer, flisemontør, stenhugger og stenindustriarbej-der og stukkator.
- Struktør: 'Det Faglige Fællesudvalg for Struktør-, Brolægger- og Tag-dækkeruddannelsen' med ansvar for anlægsstruktør, bygningsstruktør, brolægger, tagdækker og kloakrørlægger.
- Efteruddannelse: Efteruddannelsesudvalget for bygge/anlæg og industri (BAI).

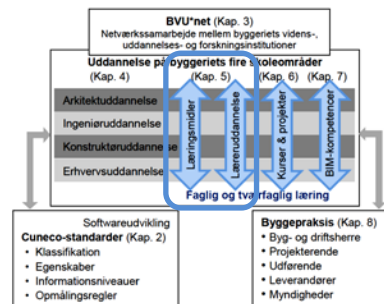
De faglige udvalg har bl.a. til opgave at følge den erhvervsmæssige udvikling og udviklingsmuligheder inden for udvalgenes område og tilgrænsende områder. Efter behov skal de tage initiativ til nyetablering, omlægning og nedlæggelse af uddannelser. Udvalgene er sammensat af repræsentanter for arbejdsgivere og arbejdstagere indenfor byggeområdet. De faglige udvalg skal en gang om året indsende en redegørelse til Undervisningsministeriet, som skal indeholde en handlingsplan for udvalgets varetagelse af de nævnte opgaver. Uddannelsernes faglige indhold skal så vidt muligt fastlægges på grundlag af analyser og prognoser om kvalifikationsbehov.

På samme måde er 'Efteruddannelsesudvalget for bygge/anlæg og industri' (BAI) et udvalg med relation til Undervisningsministeriet. Efteruddannelsesudvalget er nedsat i henhold til lov om Arbejdsmarkedsuddannelse (AMU), og det er sammensat af repræsentanter for arbejdsgivere og arbejdstagere indenfor bygge- og anlægsområdet med tilknyttet industri. Efteruddannelsesudvalget har til opgave at udarbejde analyser af og forslag til arbejds-markedsrelevant kompetenceudvikling for voksne.

De aktuelle aktiviteter i implementeringen af cuneco-standarder i EUD og AMU er gennemført i forhold til følgende rammer:

- cunecos resultater er vurderet i forhold til den rolle de udførende har.
- De uddannelser, som Byggeriets Uddannelser dækker, er overvejet i forhold til BIM, digitalisering og inkorporering af nye digitale værktøjer.
- Byggeriets Uddannelser har overvejet den nuværende udformning af undervisningsmaterialer som anvendes i EUD og AMU.
- Vurdering af faglærerkompetencer i forhold til BIM og digitalisering.
- Muligheder for vertikale tværfaglige uddannelsesforløb er overvejet.
- Møder i Byggeriets Uddannelser med sekretærer for de aktuelle udvalg.
- Afholdelse af faglærerworkshop i forbindelse med De Digitale Dage.
- Eksemplificering af muligheder ved Construction College Aalborg.

5. Læringsmidler, læreruddannelse og pædagogiske metoder



Der er i kapitlet givet et resumé af de erfaringer der er indhøstet på de fire uddannelsesområder med udarbejdelse af læringsmidler, læreruddannelse og pædagogiske metoder. Hvert uddannelsesområde har vægtet deres indsat i forhold deres egne prioritering i delprojekterne, men tilsammen dækkes de centrale rammer for en god BIM-undervisning. For arkitektuddannelsen er der beskrevet et nyt

kompndiemateriale til et nyt BIM-kursus med brug af bl.a. Revit, som er gennemført på KADK. For ingeniøruddannelserne, som også omfatter cand. scient. techn. uddannelser, har man udarbejdet supplerende undervisningsmateriale til cunecos og udarbejdet fire uddybende artikler, som ses i bilag C. På konstruktøruddannelsesinstitutionerne på VIA University College i Horsens, Aarhus og Holstebro er der gennem en ny BIM-gruppe arbejdet med læreruddannelse understøttet af et nyt BIM-Lab. På erhvervsuddannelserne er der arbejdet med behovsanalyser og de faglige udvalgs krav til BIM-kompetencer, og det er illustreret med fælles digital Undervisningsbank og uddannelse på Construction College Aalborg.

5.1 Arkitektuddannelser

På Kunsthøgskolens Arkitektskole København (KADK) er der en lang tradition for selv at tilrettelægge softwarekurser og selv at fremstille kompendier til disse kurser. KADK har gennem de seneste 14 års obligatorisk it-undervisning gode erfaringer med at sammenkoble den kreative proces med indlæring af software. Det har især vist sig særlig effektiv for de studerendes langtidshukommelse af indlærte rutiner. På KADK har man derfor også valgt at gøre det i forbindelse med indlæring af cuneco-standarderne.

For at kunne introducere cuneco-standarder har KADK valgt at udbyde et kursus i BIM med Revit og cuneco-standarder, så standarderne kunne få en virkelighed at præsentere sig på. Kurset er planlagt som en egentlig indlæring af modelleringsprogrammet Revit, og programindlæringen repeteres i en helt ny kontekst, hvor forslagsstillingen virkeliggøres. Viden om standarderne er indlagt som et lag mere i den egentlige BIM-modellering, hvor den studerende får erfaring med at klassificere dele af modellen og at definere informationsniveauer i forhold til planer, snit og opstalter.

Til undervisningen er der udarbejdet et kompendium på omkring 90 sider, som er opdelt i to dele, hvor første del omfatter opgave 1-3, og anden del omfatter opgave 4 samt afsnit om cuneco-standarder. Kompendiet er skrevet på dansk, idet undervisningen ligger på bachelor niveau, som på KADK er på dansk.

KADK ønskede fra starten et kompendium, som indeholdt en række opgaver, der ville understøtte en 'learning-by-doing approach'. Det vil sige, at de studerende skal gennemføre en række praktiske tegneopgaver i Revit med

udgangspunkt i kompendiets anvisninger. KADK havde også en intention om, at de studerende skulle have mulighed for at prøve kræfter med opbygning af egne parametriske objekter og at oprette en eller flere Schedules, der omfatter cuneco-klassifikation.

I første del af opgave 1 gives en kort introduktion til principperne og anvendeligheden af BIM samt en indføring i den generelle brugerflade og workflowet i Revit. I opgave 2 fokuseres på det særlige interface og de særlige modelleringsmuligheder, der er knyttet til 'massing' i Revit. I opgave 3 fokuseres også på massing, men nu med særlig fokus på bygningsmodellering med mange etager som udgangspunkt. Som en del af opgave 3 gennemgås også udfordringer, der kan opstå ved import af geometri fra andre programmer. Opmålingsregler, rum og mængdeudtræk indgår som naturlige elementer.

I andet del af opgave 4, som er en afsluttende afleveringsopgave, skal den studerende aflevere en godkendt løsning for at bestå kurset. Filerne til de tre første opgaver skal ikke afleveres. Der knytter sig derfor en række afleveringskrav til kompendiet. Opgaven simulerer en arkitektopgave med udleveret rumprogram og byggegrund med byggefelt osv.

I andet del af kompendiet er der desuden et afsnit om cuneco-informationsniveauer og -klassifikationer. I afsnittet om informationsniveauer gives en generel introduktion til cuneco. Standarder sammenlignes med 'Omni Class Numbers', og der forklares om deres betydning for effektivisering, minimering af byggefejl og besparelser ved drift. Efter introduktionen gennemgås informationsniveauerne, men der er valgt en modificeret beskrivelse, som bedre imødekommer arkitekternes traditionelle navngivning. I supplement hertil arbejdes der også med et informationsniveau 0,5, idet arkitekternes arbejde med at udarbejde og repræsentere ideer ligger før niveau 1. De syv informationsniveauerne betegnes derfor i kompendiet som følger:

1. Repræsentation af en idé
2. Den bearbejdede skitse
3. Et løsningsforslag
4. Et gennemtegnet løsningsforslag
5. Et gennemprojekteret projekt
6. Fuldt detaljerede tekniske tegninger
7. Matematisk repræsentation (til CNC).

I afsnittet om Klassifikation indledes med en grundig forklaring af klassifikationssystemet og dets særkender. Det forklares, hvad det vil sige, at koden er stabil over tid samt at klassifikation ikke bygger på traditionelle fagopdelinger, men derimod på de enkelte byggede og byggekomponenters funktioner. Der gives herefter et par eksempler på CCS-kodning, og forskellen mellem type-ID og produkt-ID klargøres.

5.2 Ingeniøruddannelser

Deltagerne i ingeniøruddannelsernes delprojekt har forudsat, at de ikke selv skulle udvikle yderligere på standarderne fra cuneco, men alene arbejde med implementering af dem i ingeniøruddannelserne. I forløbet har de set det som en udfordring at arbejde med implementering og udvikling af undervisningsmateriale samtidig med, at flere resultater fra cuneco-projekterne var under udarbejdelse, og at dele undervejs blev ændret væsentligt i forhold til opbygning og terminologi. Det har betydet, at det har været nødvendigt at opdatere undervisningsmaterialet, når de officielle standarder blev frigivet.

Arbejdet med udviklingen af læringsmidler, læreruddannelse og pædagogiske metoder er blevet gennemført med baggrund i følgende spørgsmål:

- I hvilke undervisningsaktiviteter anvendtes hvilke cuneco-standarder?
- Hvilken viden fra cuneco overføres til hvilke undervisere og fag?
- Hvilke undervisningsformer og metoder anvender underviserne?
- Hvilke behov er der for kompetenceløft i underviserstaben?
- Er der behov for nye samarbejder og vidensdeling for underviserne?
- Er der i uddannelsen af underviserne udviklet nyt materiale?
- Hvad er de største forhindringer og muligheder for at uddanne underviserne i cuneco-standarder?

Undervisningsmidler til de fire tunge ingeniørdiscipliner

I tilknytning til de fire tunge ingeniørfaglige discipliner 'Analyse og simulering af bærende konstruktioner', 'Analyse og simulering af indeklima og energi', 'Mængdeudtræk og kalkulation ved tilbud' og 'Processer og informationsniveauer' er der udarbejdet supplerende undervisningsmateriale til cuneco-standarderne.

Til de to første er udarbejdet slides, hvor der er henvist til rapporter på cunecos hjemmeside. Videoen 'CCS på 3 minutter' blev vist til de studerende. Desuden er de studerende blevet opfordret til at se videoerne fra høringsseminarerne for at kunne følge den debat og udvikling, der har været i forbindelse med udviklingen af CCS. Der er blevet henvist til klassifikationstabellerne og CCS-APP til at finde frem til klassifikationskoder.

Til mængdeudtræk og omkostningskalkulation er der fortrinsvis benyttet eksisterende litteratur, artikler, foreliggende cuneco-rapporter fra udviklingsprojekterne. Der er desuden udarbejdet fire aktuelle artikler om problemstillinger ved mængdeudtræk, og hvordan kalkulationer kan opbygges med mængder, priser og tillægsfaktorer. Artiklerne er vist i bilag C. På universiteterne forventes underviserne at erhverve sig ny viden gennem deres forskning og ved selvstudium. Generelt forventes, at alle undervisere producerer videnskabeligt arbejde, typisk i form af artikler og conferencebidrag. Det forventes, at en ny version af undervisningsmaterialet vil være til rådighed ved næste års kursus.

Til processer og informationsudveksling er der blevet anvendt undervisningsmateriale fra cunecos hjemmeside. Dvs. om fx de udgivne rapporter, som indeholdt materiale om klassifikationer af bygningsdele og informationsstruktur. Dertil er der udarbejdet slides og opgaveformuleringer til de studerende.

Uddannelse af undervisere og udvikling af læringsmetoder på VIA

Bygningsingeniøruddannelsen på VIA har i de seneste år undergået en udvikling, hvor samarbejdet med bygningskonstruktøruddannelsen på samme adresse har afstedkommet et større fokus på tværfagligt projektarbejde. Den tværgående BIM-gruppe for konstruktøruddannelserne har nu også repræsentation fra bygningsingeniøruddannelsen, hvilket har medført, at den generelle BIM-implementering har fået større fokus. Autodesk produktet Robot er således ved at blive implementeret i BIM sammenhæng, og de første udviklingstiltag har været gjort med CCS-klassifikation i forhold til integration fra Revit.

Den konkrete aktivitet med uddannelse af undervisere ved VIA University College var to workshops i Horsens, hvor underviserne havde mulighed for at deltage og høre cuneco fortælle om de igangværende initiativer. Derefter holdt BetechData oplæg om Spine, som kan anvendes som plugin i Revit,

og hvis formål er at lette arbejdet med klarificering af objekterne. Lignende workshops er efterfølgende afholdt for de studerende.

På baggrund af workshopperne er det planlagt at implementere cuneco-standarder i kurset husbygning og bærende konstruktioner med anvendelse af Robot etc. Desuden er der påbegyndt udviklingsarbejde i tværfagligt projektsamarbejde mellem ingeniør, konstruktører og fagområdet arkitekt om cuneco-standarder. Der er desuden bevilliget midler til opbygningen af et permanent BIM-Lab, der skal understøtte udviklingen af BIM-aktiviteter generelt og i samarbejdet med branchen.

Forhindringerne for at uddanne undervisere i cuneco-standarder er den manglende opkvalificering på programsiden og de generelle udfordringer for cuneco med at færdiggøre standarderne. Den fremtidige udvikling vil bygge på fortsatte workshops i BIM-gruppen med efterfølgende workshops for studerende. Derudover planlægges samarbejder med branchen om aktuelle projekter, hvor studerende kan følge og parallelt researche på tilsvarende studieprojekter i den udstrækning branchen tillader det.

5.3 Konstruktøruddannelser

På VIA er der i 2011 oprettet en formel BIM-gruppe for uddannelsesinstitutionerne i Horsens, Aarhus og Holstebro, som er organiseret med en fremadrettet strategi om gradvist at få implementeret BIM i bygningskonstruktøruddannelsen. Der arbejdes desuden for, at BIM på et tidspunkt ikke længere betragtes som et særligt indsatsområde, men som en naturlig del af byggeriets metoder.

Uddannelsen gør den studerende i stand til at planlægge, projekttere og koordinere bygge- og anlægsopgaver samt at udføre kontrol af produktionsprocesser og deltage i kvalitetsvurderinger. Bygningskonstruktører koordinerer ofte arkitektens og ingeniørens arbejde og sørger derfor for helheden i projektet, og de analyserer bygningsdeles funktionskrav og udfører den tekniske projektering. Uddannelsen er en mellemlang videregående uddannelse, der gennemføres over 3½ år i syv semestre, som det er vist i figur 10.

For hvert semester er beskrevet indholdet på semesteret og herunder også IKT-anvendelse og BIM. I tillæg hertil har BIM-gruppen på VIA udarbejdet et arbejdsgrundlag for den generelle BIM-implementering på uddannelsen. Progressionen i BIM-anvendelsen i uddannelsen gennem de syv semestre sker via fem fokusområder:

- Grundlæggende modellering og udtræk af tegninger.
- Mængdeudtræk.
- Udnyttelse og etablering af egenskabsdata.
- Visualisering.
- Integration med andre programmer.

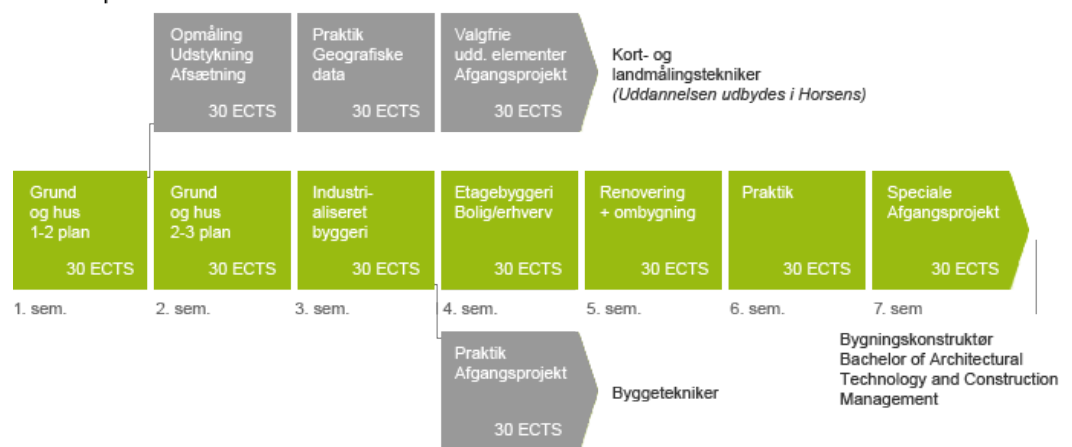
cuneco-standarder vil blive indskrevet i arbejdsgrundlaget i tilknytning til de anvendte 'BIM uses' (BIM anvendelser), og standarderne vil, når de er færdige, blive indskrevet i de enkelt semestre, så de passer til de aktuelle projekter. Som det ses af figur 10 arbejdes der i hvert af de syv semestre med forskellige typer byggerier.

Lærerruddannelsen er gennemført i BIM-gruppen gennem en række workshops omhandlende CCS. Der er i lærerruddannelsen på VIA også indeholdt en række konferencer og egentlige kursusforløb om BIM-relaterede pro-

grammer som Solibri, VICO of Spine, som nødvendige forudsætninger for den videre integration af CCS mv. i de respektive BIM-programmer. Det har fx drejet sig om følgende workshops, seminarer, kurser og konferencer:

- Jul. 2013: IKT-bekendtgørelsen.
- Sep. 2013: CCS og Solibri kursus med workshops.
- Sep. 2013: BIPS konference Nyborg.
- Dec. 2013: BIM-konference og Spine.
- Jan. 2014: Høringsseminar om CCS-klassifikation af bygværker, Herlev.
- Jan. 2014: Test af Spine og CCS.
- Jan. 2014: Workshop i Holstebro om CCS mv.
- Feb. 2014: Afholdelse af Vico kursus med workshops.
- Feb. 2014: Workshop med KEA og Betech Data om Spine og CCS.
- Mar. 2014: Afvikling af konference 'BIM fra tegnestue til byggeplads'.
- Mar. 2014: cuneco ekspertworkshop i Herlev.

Semesterplan



Figur 10. Konstruktøruddannelserne gennemføres over 3½ år og 7 semestre. Der uddannes også 'Kort- og landmålingsteknikere' og 'Byggeteknikere', som er en 2 årig uddannelse over 4 semestre. (Kopi fra VIA semesterplan)

I den udstrækning det har været muligt, er der på de respektive konferencer og workshops foretaget optagelser, som er distribueret på den åbne VIA platform www.openviauc.dk, hvor man på søgning af BIM etc. vil få vist de anførte optagelser.

BIM-gruppen har løbende forsøgt at følge udviklingen i cuneco på tæt hold. Når der har været planlagte høringsseminarer for udgivelser, har der primært været repræsentation fra et medlem i BIM-gruppen (oftest BIM-koordinator), som herefter har kunnet formidle høringsens resultat til de øvrige medlemmer. For VIA har disse kontakter været inspirerende og givet eftertanke, og det har været en vigtig del af en proces med de ikke færdigudviklede produkter fra cuneco.

Et vigtigt led i udviklingen af læringsmidler i BIM og cuneco-standarder er etableringen af et BIM-Lab på VIA Campus Horsens. Det blev indviet den 11. juni 2014 med støtte fra fonde, og det er udstyret med laserscannere, fotometrisk udstyr samt AV-udstyr, så der kan sendes online fra virksomheder omkring BIM-projekter. Laboratoriet vil kunne understøtte, at VIA spænder over de fleste BIM-relaterede fagområder. Yderligere vil laboratoriet kunne styrke samarbejde med erhvervslivet og katalysere udviklingsprojekter indenfor BIM-området. Fx vil mobile anlæg kunne opsættes hos arkitekt- og ingeniørfirmaer, og seminarer og praksisprojekter kan live streames og efterfølgende ses 'on demand'. Laboratoriet vil give undervisere, studerende og firmaer en række muligheder for at udforske, udvikle og afprøve BIM-processer og -metoder. Ligeledes vil dele af undervisningen og de studerendes

projekter kunne foregå her. Udviklingen af undervisningsmaterialer og lærervejledninger vil fremadrettet bl.a. ske med baggrund i laboratoriet og de offentliggjorte optagelser af konferencer og workshops.

Det undervisningsmateriale, som i dag anvendes, er i stor udstrækning det materiale, der efterhånden foreligger fra cuneco herunder eksempelsamlinger. Der arbejdes løbende med en intern videreudvikling af undervisningsmaterialet fx omkring anvendelse af klassifikation i tilbudslistes, og det sker bl.a. i samarbejde med leverandører på workshops. I det fremadrettede arbejde vil vægten også blive lagt på formidling fx i form af 'oplysningskampagner' fra BIM-gruppen til undervisere, studerende og virksomheder.

5.4 Erhvervsuddannelser

Af de fire standarder i cuneco (Klassifikation, Egenskaber, Informationsniveauer, Opmålingsregler) er det primært informationsniveauet, der er mest relevant for erhvervs- og efteruddannelsen af de udførende. Afprøvningsprojekterne på De Digitale Dage i Aalborg har peget på de muligheder og udfordringer for uddannelserne, der er i digitalisering og ved udveksling af informationer til og fra de udførende. På De Digitale Dage er IFC-modeller testet, afprøvet og sammenlignet med fysiske mock-ups.

Som inden for de andre uddannelsesområder sker der også en generel stigning i digitaliseringen i uddannelserne inden for byggefagenes erhvervs- og efteruddannelse. Dette både i form af udvikling af digitalt undervisningsmateriale, digitale afleveringer af opgaver, digitale svendeprøver og undervisning i digitale redskaber, som en integreret del af undervisningen.

De faglige udvalg for EUD og efteruddannelsesudvalg for AMU

Det er som nævnt de faglige udvalg og efteruddannelsesudvalgets opgave at monitorere branchens behov og krav, og på den baggrund udvikle uddannelserne samt initiere udvikling af undervisningsmaterialer og faglæreruddannelse. På denne måde vil nye standarder, klassifikationer mv. kunne implementeres gennem en eventuel justering af uddannelsesordninger i EUD og udvikling af nye uddannelsesmål i AMU.

Udvalgene kan ligeledes ansøge om midler til udvikling af undervisningsmaterialer og udvikling af indhold i efteruddannelse af faglærere. Byggeriets Uddannelser, som er sekretariat for flere af byggeriets faglige udvalg og AMU, kan tage initiativ til udvikling af efteruddannelsesforløb for faglærere, men det er den enkelte skole der vurderer deres behov for efteruddannelse. Det er også dem der beslutter, hvorvidt faglærere skal efteruddannes inden for et givet område.

Det er primært på følgende tre fronter, implementeringen kan foregå, enten som nyudvikling eller justeringer: Undervisningsmateriale, faglæreruddannelse samt uddannelsesordninger i EUD og nye uddannelsesmål i AMU. Udbredelsen sker ved informationer fra Byggeriets Uddannelser til skolerne, som kan suppleres med formidling på faglærerkonferencer og workshops. Byggeriets Uddannelser har gode erfaringer med denne form for 'blød' implementering, som derfor må foretrækkes ved implementering af cuneco-standarder.

Konkret vil en implementering af cuneco-standarder i undervisningen skulle tage udgangspunkt i en analyse af uddannelsestilbuddene i byggeriets grund- og efteruddannelser. Herigennem fås en mere præcis vurdering af, hvilke ændringer der skal foretages i fx nye kurser og ændringer af uddan-

nellesmål og -ordninger. Vurderinger og ændringer vil i mange tilfælde være forskellige for de tre fag: Tømrer, murer og struktører.

I vurderingerne kan også overvejes, om en tværfaglig implementering på EUD og AMU er en hensigtsmæssig vej, og om hvordan den vil styrke implementeringen. Der er allerede erfaringer med dette på nogle områder. Fx vil implementeringen af nye digitale standarder i uddannelserne kunne styrkes, hvis der er fokus på udvikling af undervisningsmaterialer, pædagogisk/didaktisk tilrettelæggelse og faglæreruddannelse.

Udvikling af læringsmidler, Undervisningsbank og digitale svendeprøver
Byggeriet bliver mere og mere industrialiseret, og der stilles krav til højere effektivitet, bedre kvalitet og mere miljørigtigt byggeri. Gennem de seneste år har det resulteret i et skarpt fokus på udvikling af det digitale byggeri og tværfagligt samarbejde på erhvervsskolerne. Som følge heraf valgte de tre faglige udvalg for murer-, tømrer- og struktørfaget at gennemføre en udvikling af digitale læringsmidler, som kan samles i en fælles undervisningsplatform. Denne udvikling er gennemført i udviklingsprojektet 'Byggefagene i bevægelser, som er gennemført parallelt med implementeringen af cuneco-standarder i byggeriets uddannelser.

Undervisningsplatformen har virket de seneste 3 år i det omtalte udviklingsprojekt, og den sættes i 2015 i normal drift under ledelse af Byggeriets Uddannelse hos Praxis Erhvervsskolernes Forlag. Der er i tilknytning til denne udvikling af digitale læringsmidler, som er fælles for byggeriets fagskoler for de tre byggefag, givet en forklaring på de pædagogiske overvejelser bag anvendelsen af digitale læringsmidler. Konkret ligger der for de tre byggefag i Undervisningsbanken følgende typer af digitale læringsmidler:

- Bøger med teori og vejledning i udførelse
 - Analogkonvertering til pdf- og e-bøger
 - I-bøger interaktive på internettet
 - Nye bøger udviklet som i-bøger.
- Arbejdsbeskrivelse af arbejdsplanlægning, udførelse og aflevering
 - Arbejdsbeskrivelser og produktionskort
 - Instruktionsfilm
 - Læringsspil.
- Elevopgaver og projekter hvor teori og beskrivelser kan afprøves
 - Elevopgaver
 - Projektopgaver
 - Svendeprøveopgaver
 - Regions-, DM- og VM-opgaver.
- Lærervejledninger mv. som støtte for teori- og praktik undervisning
 - Lærervejledninger
 - Prøvebedømmelser
 - Skuemestervejledninger.

De udviklede digitale tværfaglige læringsmidler har bl.a. til formål at give eleverne forståelse og respekt for andre fag og dermed bidrage til optimering af det tværfaglige samarbejde mellem fagene i praksis. Der er fx udarbejdet tværfaglige læringsmidler indenfor følgende områder:

- Matematik
- Renovering og dansk byggeskik
- Arbejds miljø og sikkerhed
- Nivellering og afsætning
- Tegningsforståelse og anvendelse af AutoCad
- Byggepladsindretning
- Kvalitetssikring.

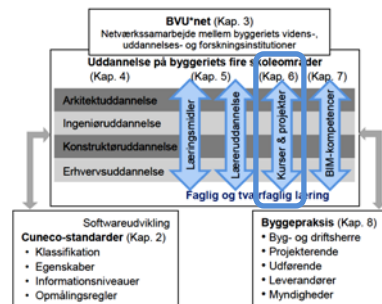
Mange både teoretiske og praktiske opgaver og flere fagområder er desuden udviklet tværfagligt og dækker ud over de tre involverede fag også en del andre fag. Det er et resultat af, at et af målene med udviklingen af digitale læringsmidler har været, at alle elever, der gennemfører en erhvervsuddannelse inden for et af de tre fag, kan arbejde tværfagligt digitalt og er fuldt fortrolige med digitale værktøjer. Opfyldelsen af dette mål er godt på vej, da de første digitale svendeprøver på tømrer- og murerfaget blev gennemført i foråret 2012, samt at den daglige undervisning i stigende grad gennemføres digitalt på alle erhvervsskoler.

Den nuværende indsats på Construction College Aalborg

Skolen har hovedsagelig ansatte undervisere, som gennem deres videregående uddannelse er godt funderet digitalt. De undervisere, der ikke har disse kompetencer med sig, er i dag opkvalificeret, men der er behov for både en didaktisk tilgang til inddragelsen af digitaliseret information og for løbende udvikling for at følge med de mange nye muligheder på området.

Fortrolighed med anvendelse af digital kommunikation stiller krav til underviseres adgang til at styrke deres kompetencer. Herunder er det vigtigt, at underviserne er opdaterede på aktuelle og relevante digitale redskaber. Underviserne bør have en grundlæggende digital dannelse, så fokus kommer fra teknologi fokus til fokus på læring. Den digitale dannelse må også indebære en kritisk tilgang til de mange programmer, man kan anvende, og kompetence til at udvælge de hensigtsmæssige redskaber.

6. Undervisning, forelæsninger, kurser og projekter



I kapitlet er beskrevet de nye og reviderede kurser og projekter samt foredrag, der indgår i undervisningen på de fire uddannelsesområder, hvor cuneco-standarderne er blevet introduceret. Hvert uddannelsesområde har vægtet deres indsat i forhold deres egne prioriteringer, men tilsammen dækkes indsatsen flere forskellige typer af undervisning. For arkitektuddannelsen er der beskrevet et nyt

BIM-kursus i den tidlige formgivningsfase på KADK og et nyt 14-dages kursus i projektkonkurrencer på AAA. For ingeniøruddannelserne er fokus på fire 'tunge' ingeniørdiscipliner: Bærende konstruktioner, indeklima og energi, mængdeudtræk og kalkulationer samt processer og informationsniveauer. På konstruktørskolerne har underviserne på VIA i Horsens, Aarhus og Holstebro vejledt de studerende om cuneco-standarder i deres specialeprojekter. På KEA er der gennemført to workshops for 2. semester studerende i implementering af cuneco-standarder i deres projekter. På erhvervsskolerne er der lavet en analyse af mulighederne for at udbygge BIM-uddannelserne med cuneco-standarder og tværfagligt samarbejde, som bl.a. er illustreret med eksempel fra De Digitale Dage i Aalborg i 2014.

6.1 Arkitektuddannelser

I relation til cuneco-projektet er der på Kunstakademiets Arkitektskole København (KADK) i 2014 afholdt et BIM-kursus fra form til konkretisering, hvor vægten er lagt på objektorienteret modellering og projektering for 3. års studerende. På Arkitektskolen Aarhus (AAA) er der i 2014 afholdt et 14-dages kursus af mere teknisk karakter, som har til formål at opbygge og forbedre de studerendes kompetencer til deltagelse i arkitektkonkurrencer.

BIM-kursus fra form til konkretisering i København i 2014

På KADK blev der som led i Arkitektskolernes delprojekt i oktober 2014 gennemført et projekteringsorienteret kursus under betegnelsen 'Praksisformer'. Kurset havde Det Digitale Byggeri (DDB) og BIM og dermed også cuneco-standarderne 'Klassifikation' og 'Informationsniveauer' som hovedemner.

Kurset havde til formål at give de studerende viden om BIM, samt grundlæggende færdigheder i objektorienteret modellering og projektering. Til kurset havde KADK's it-undervisningsafdeling nyudviklet et kompendium (se nærmere herom i kapitel 5). Det lykkedes at gøre kurset obligatorisk for alle 3. års studerende, en situation underviserne naturligvis vil forsøge at fastholde ved den kommende revision af studieordningen.

Kurset blev planlagt som de øvrige kurser, først en grundlæggende færdighedstræning med en repetition ved egen forslagsstilling. På kursets første del blev der undervist i konkrete værktøjer og metoder i Revit. De studerende skulle gennemføre en række tekniske opgaver, hvor mål og form var givet på forhånd.

I forløbet var indlagt forelæsninger om BIM og Det Digitale Byggeri med emnerne: BIM som værktøj og instrument, parametrik, BIM-software, interfaces, internationale projekter, objekt-niveauer, IKT-bekendtgørelsen, cuneco og CCS-værktøjerne, ARK I BIM og BIM Camp samt byggeriets jura og IKT i byggeriet. Der blev bl.a. arbejdet med traditionel projektering og BIM projektering, krav fra bygherren, ny arbejdsmetodik og ydelser for arkitekter i BIM og Det Digitale Byggeri, nye 'faser' og informationsniveauer i byggeriet, nye samarbejdsrelationer og ny kommunikationsformer i fremtiden.

I kursets anden halvdel arbejdede de studerende med en selvstændig løsning af en stille opgave indenfor BIM. Her var der ikke nogen facilitet, og de studerende skulle selv formgive og indrette et byggeri på 1.000 m² på en udpeget grund i København. Opgaven var formuleret som en arkitektkonkurrence med det formål at give de studerende en 'hands-on' oplevelse af softwarens muligheder. Herunder hvordan man kan udnytte fleksibiliteten og automatiseringskraften i softwaren i forbindelse med netop den grad af detaljering og mængde af afleveringskrav, der indgår i arkitektkonkurrencer.

cunecos værktøjer blev bevidst først introduceret i anden halvdel af kurset i forbindelse med den stillede opgave. Dette fordi CCS-kodningen har mest relevans i slutningen af kurset, når de studerende har tilegnet sig en vis forståelse for, hvad BIM er, og hvad klassifikation kan bruges til. Her opstod desværre et teknisk problem, idet Betech Data ikke kunne levere en fungerende Spine plugin til Revit 2015. De studerende blev derfor ikke introduceret for denne funktionalitet, og underviserne valgte i stedet, at de studerende skulle indtaste et antal koder manuelt. Informationsniveauer var ikke afhængige af Spine plugin'en og kom derfor til at indgå som en vigtig del af afleveringskravene.

Den overordnede struktur på kurset og kompendieopgavernes grundlæggende indhold vurderes til at være rigtig god. Kompendiet viste sig ikke overraskende, at rumme plads til udvidelser og forbedringer som for eksempel en brugsvejledning til Spline til Revit, når det er færdigudviklet.

I den efterfølgende evaluering vurderede de studerende, at de fik en forøget chance for at få en praktikplads som direkte følge af kurset, idet de bedømte det til 4,5 ud af 5 mulige. Fx blev kompendiet bedømt til 3,9.

14-dages kursus om projektkonkurrencer i Aarhus i 2014

Kurset har til formål at opbygge og forbedre de studerendes kompetencer til deltagelse i arkitektkonkurrencer. Det er relevant, idet mange nyuddannede arkitekter og praktikanter netop søger at komme til at deltage i udarbejdelsen af arkitektkonkurrencer. Der er en tendens til, at et stigende antal konstruktøruddannede i højere og højere grad kommer med som deltagere i de forskellige konkurrenceteams ude på tegnestuerne. Det skyldes, at de besidder de it-kompetencer, som i dag er nødvendige at have i et konkurrence-team.

Indhold, læringsmål og gennemførsel af 14-dages kurset i projektkonkurrencer på Arkitektskolen Aarhus (AAA) i 2014 er tilrettelagt af Per Kortegaard. På kurset blev undervist i Revit, Dalux og dRofus, og kurset er både i form og indhold anderledes end kurset på KADK. Kurset på AAA er mere teknisk i sin karakter, og det går mere i dybden med de processer, der er i konkurrencesituationen. Det lægges vægt på operationer, der typisk udføres efter modelleringsarbejdet, som fx modelchecking, kalkulation og kvalitets-sikring. Med hensyn til cuneco-standarder anvender kurset især CCS-klassifikation af rum.

Kurset omfattede: Modelling i Revit Architecture, opstilling af arealer i dRofus, CCS-klassifikation af brugsrum, eksport til IFC-formatet, analyse af IFC-modellen i dRofus, vieweren i Solibri og upload til en af Dalux oprettet hjemmeside til kvalitetscheck af modellen. Som udgangspunkt for kurset var udarbejdet et detaljeret rumprogram, hvor der ud over selve arealerne også var angivet CCS-klassifikationskoder. Egenskaber for de enkelte rum blev hentet fra cuneco classification system (CCS). Ud over undervisningen i anvendelsen af de konkrete tabeller, blev der i forelæsningsform gennemgået de forskellige standarder cuneco arbejder med.

Kurset er mere rettet mod indlæring af redskaber end mod træning i arkitektonisk formgivning. Der var derfor udarbejdet et meget stramt skitseoplæg, som de studerende kunne arbejde direkte videre på eller justere i – afhængigt af, hvor kompetente de følte sig i Revit. Opgavevalget faldt på et kontorhotel beliggende uden for Thisted med udsigt over Limfjorden, hvor der skulle udarbejdes et konkurrenceforslag. Undervisningen bestod af demonstrationer 1 time hver morgen og efter frokost af modellering i Revit. Efter instruktionerne modellerede de studerende hver deres projekt fra grunden, startende med opsætning af modulnet og efterfølgende modellering af vægge, dæk, tag osv.

På kurset blev afholdt to eksterne forelæsninger. Den første forelæsning blev afholdt af arkitekt MAA Søren Sti Andersen, aarhus arkitekterne, og den handlede om Revit/BIM i praksis med fokus på anvendelsen af software i forbindelse med tegnestuens mange sygehusprojekter. Den anden forelæsning blev afholdt af arkitekterne MAA Tim Nørlund og Rikke Hou-Vangsaae, Årstiderne. Den handlede om Revit i praksis hos Årstiderne med gennemgang af de mange forskelligartede projekter tegnestuen arbejder med og herunder integrationen af Revit på tegnestuen. Carsten Dollerup forelæste og underviste i dRefus' funktionalitet.

Evaluerings af kurset viste, at alle studerende i den første uge lærte at modellere i Revit Architecture og foretog de første check af arealerne ved hjælp af Revit's Schedule-værktøjer. Nogle studerende reproducerede det stramme oplæg til opgaven, og andre, der havde forhåndskendskab til Revit, udfordrede oplægget og fortog justeringer. Publikationen 'Klassifikation af byg-værker og rum', cuneco-rapport, 26/1 2014, var forlods udleveret til de studerende. Erfaringen var, at CCS-rumklassifikationen er nem at bruge, og koderne kan skrives i lister i både Revit Schedules og i rumoversigterne i dRofus. Til tider kan der være tvivl om, hvilken kode et givet rum skal gives, især hvis det tænkes anvendt til flere formål.

6.2 Ingeniøruddannelser

Erfaringer fra uddannelse i de fire 'tunge' ingeniørdiscliner er nedenfor beskrevet sammen med aktuelle projekter, som de studerende har gennemført.

Analyse og simulering af bærende konstruktioner

Konstruktionsingeniørens rolle består primært i at sikre, at bygningens bærende system lever op til krav om bæreevne og nedbøjning både under normal belastning og under spidsbelastninger. Det er derfor en central opgave at sammensætte de rigtige konstruktionsdele og beregne de rigtige dimensioner på de bærende konstruktioner.

I kurset blev der specifikt arbejdet med koblingen mellem arkitekt- og konstruktionsmodel, hvor navngivning og egenskabsdata kan udveksles mellem forskellige applikationer i en digital proces. De studerende blev fx bedt om at

arbejde med opgaver, som er centrale for konstruktionsingeniører. Dette kan bl.a. være beregning af vindlaster på bygninger, beregning af nyttelaster, beregning af naturlaster, bestemmelse af punktlaster, fladelaster og linjelaster.

Til kurset blev planlagt et forløb, hvor de studerende skulle arbejde med CCS i praksis. De studerende skulle gennem anvendelse af Spine klassificere deres modeller i et designværktøj (Revit), og de skulle herefter importere denne i et analyseværktøj (Robot). Herefter skulle de arbejdede videre med beskrivelse af egenskaber, der er påkrævet for beregninger, og hvordan de anvendes i beregningsprogrammerne. Den sidste opgave, de studerende skulle arbejde med, var at definere informationsniveauer, som understøtter de faser de laver beregninger i. De skulle desuden se på, hvad der sker, når bygningsdele og egenskaber skal ændres som følge af analyseresultaterne.

Ved afprøvning af udvekslingen blev det konstateret, at klassifikationskoderne ikke umiddelbart kunne bevares, når modellens objekter blev overført fra CAD-programmet til analyseprogrammet. En løsning på problematikken vil være at skabe en overensstemmelse mellem objekttyperne i modellering og analyseprogrammerne. Dette ville resultere i, at påførte klassifikationskoder bibeholdes.

Ved opstart af delprojektet var der planlagt en ambitiøs afprøvning af informationsflowet mellem design- og analyseværktøjerne. De viste sig imidlertid ikke at være understøttet af de valgte softwareversioner, og dermed blev der forgæves brugt meget energi på at lave disse forsøg. Så længe cuneco-standarder ikke er bredt understøttet af softwareapplikationer, er det en stor opgave at skulle lave undervisningsopgaver, som kan tage alle aspekter med. Derfor anbefales det, at de studerende blot undervises i standarderne på et overordnet niveau, så de får forståelse for principperne, men at der først arbejdes med konkrete opgaver, hvor alle domæner anvendes, når det kan understøttes af software, som kan oprette og håndtere koderne.

Analyse og simulering af indeklima og energi

Der er i samfundet et stort fokus på udledning af CO₂ og det øgede energiforbrug, og der er behov for at have energieffektive bygninger med et godt indeklima. For at opnå dette, er det nødvendigt at have metoder og værktøjer til at kunne udarbejde byggeprojekter, som overholder de øgede krav. De metoder, som i dag anvendes i branchen, besværliggør en iterativ proces, da der ikke er sammenhæng mellem design- og analysemodellen. Arbejdet med at holde styr på bygningsdele og rum sker derfor via manuelle processer.

Inden for energi og indeklima arbejdes der fx med emnerne varmetab, energigramme, enkelte komponenter og simuleringer. Det sker først ved identifikation af krav til energi og indeklima, herefter opstilles beregningsmodeller, laves analyser og gives tilbagemelding, og til sidst registreres der krav til projektering af komponenter. De udfordringer, som belyses for de studerende gennem kurset, er manglende standardisering, kobling mellem området og CCS, rumtyper i lovgivning og CCS og definition af egenskaber. I undervisningen anvendes egenskabsdata for bygningsdele og rum samt CCS for bygningsdele, rum og informationsniveauer. Disse tager udgangspunkt i de tidligere informationsniveauer med udgangspunkt i begrebet views.

De studerende bliver bedt om at arbejde med opgaver, som er vigtige for energi- og indeklimaingeniører. Dette kan bl.a. være beregning af termisk indeklima, akustik, lys, atmosfærisk indeklima, bygningens energibehov eller BE10 beregninger samt dimensionering af varme- og ventilationsaggregater og -anlæg. Herefter skal de studerende liste op hvilke data, der indgår i beregningerne, og som er knyttet til rum, bygningsdele eller enkelte materialer,

og som de skal bruge til at løse de aktuelle opgaver. I øvelsen arbejder de med svar indenfor følgende hovedområder:

- Termisk indeklima
- Atmosfærisk indeklima
- Visuelt indeklima
- Akustik
- DGNB's miljøkriterier

De studerende skal til sidst beskrive, hvordan de ønsker at udveksle informationer med de øvrige parter. I undervisningen laves øvelser med struktur og klassifikation. Det er en stor opgave for de studerende at skulle beskrive deres informationsbehov og udvekslingsprocesser. Som mange andre i branchen er de ikke vant til at skulle beskrive disse ting i dybden, og de opfatter meget af det som underforstået. Derfor er der en opgave i at disciplinere de studerende til at tage stilling til informationsbehov og -udvekslinger.

Fremadrettet er det hensigten, at de studerende skal klassificere alle de egenskaber de finder. Næste gang kurset afholdes bliver det en udfordring, når alle objekter ønskes klassificeret. Det er en svær disciplin for de studerende alene at analysere sig frem til, hvilke egenskaber de har behov for. Det vil derfor være en stor fordel at have adgang til onlineværktøjer, som kan understøtte processen. Til andre uddannelsesinstitutioner, som ønsker at implementere cuneco-standarder i deres undervisning, anbefales, at de enten tager udgangspunkt i et begrænset område, eller at de sikrer, at standarderne kan anvendes gennem software.

Mængdeudtræk og omkostningskalkulation ved tilbud

Udtræk af mængder fra BIM-modeller giver visse fordelagtige muligheder i en række faglige ingeniørdiscipliner som analyse og simulering af kalkulation, produktion, energi, akustik, statik, komfort, mv. I undervisningen berøres kalkulation kun på basis af mængdeudtræk, og det er kun behandlet kortfattet med VVS-eksempler, hvor Sigma og Vico Office er anvendt.

Indenfor emnet mængdeudtræk og kalkulation undervises der i Aalborg primært i overslag gennem projekterings- og udførelsesfaserne. Der er et begrænset fokus på FM. Undervisningen er i foråret 2014 tilknyttet kurset 'Informationsteknologi og bygningsmodellering', som har ca. 50 studerende fra cand. scient. techn. uddannelserne i 'Byggeledelse' og 'Bygningsinformatik' og civilingeniør i 'Byggeledelse'. Ved gæsteforelæsning fra cuneco er alle fire standarder om klassifikation, egenskabsdata, informationsniveauer og opmålingsregler gennemgået. I fortsættelse heraf er forskellige klassifikationssystemer, som fx CCS, SfB, OmniClass og DBK, gennemgået overordnet.

Undervisningen i mængdeudtræk og omkostningskalkulation er i Aalborg primært gennemført med anvendelse af Vico Office. På DTU er der desuden arbejdet med mængdeudtræk og prissætning via koblingen af Revit og Sigma. Vico Office er et af de BIM-værktøjer, der kan håndtere bygningsmodeller leveret i Autodesk Revit, ArchiCad ol. Undervisningen består overordnet af forelæsninger i BIM og udførelse og af instruktioner leveret af medarbejdere fra Exigo. På basis heraf arbejder de studerende med et antal øvelser, der gør dem i stand til at afprøve de væsentligste problemstillinger i praksis.

Da der i byggeprojekter ofte stilles krav om udlevering af BIM-modeller i IFC-form, bør entreprenørvirksomhederne have mulighed for at anvende korrekte IFC-baserede BIM-modeller, som en del af udbudsmaterialet og som grundlag for mængdeudtræk. For efterfølgende at kunne gennemføre omkostningskalkulation på en effektiv måde, bør det være enkelt at tilknytte en-

hedspriser til de opstillede mængder. Grundlaget herfor er ofte løbende vedligeholdte databaser enten individuelt for hver entreprenør eller for en større branchebestemt gruppe. I Vico Office er det muligt at importere sådanne databaser i Excel- og sbXMLfiler. Entreprenørernes individuelt tilpassede databaser vil kræve særlige ressourcer og investeringer.

Et væsentligt led i opsætning af en omkostningskalkulation er at etablere koblingen mellem modellens objekter og aktuelle enhedspriser. Hidtil er identifikation af enhedspriser i overvejende grad sket ved brug af SfB, eksempelvis som ved V&S prisdatabaserne. Tidligere forsøg på at ændre på dette, ved introduktion af nye klassifikationssystemer, har i Danmark eller i udlandet ikke haft afgørende indvirkning.

Undervisningen undergår hvert år revisioner i takt med, at nye muligheder kommer frem, så undervisningstilbuddet til stadighed fremstår som tidssvarende. På basis af de artikler, som ses i bilag C, forventes derfor, at nyt undervisningsmateriale vil være til rådighed ved næste års kursus. Sigtet vil være, at de studerende kan få en mere dybtgående indsigt i både de teoretiske og de praktiske muligheder for at arbejde med emnet. Da artiklerne har en generel karakter, er der mulighed for, at de kan anvendes ved andre af byggeriets uddannelser. De artikler, der er skrevet på engelsk vil endvidere være anvendelige uden for landets grænser.

Processer og informationsniveauer

Repræsentanter for DTU-Byg har været aktive i hele udviklingsprocessen af cuneco-standarder og har således været tæt på udviklingsprojekterne, dog uden at være aktiv deltager i dem. DTU-Byg har således haft mulighed for at indarbejde cuneco-standarder i det omfang, de har været færdige til brug. Pga. den sene færdiggørelse af standarderne stod det tidligt klart, at man måtte arbejde med midlertidige versioner af klassifikationsstrukturer og simple tabeller. DTU-Byg betragter cuneco-standarder som strukturerende værktøjer i forbindelse med kommunikation og informationsudveksling og ikke som et selvstændigt undervisningsområde.

DTU-Byg har i forvejen en ret omfattende kursusvirksomhed og projektvejledning vedrørende modelbaserede arbejdsmetoder til projektering og udførelse. Her er integreret BIM og VDC (Virtual Design and Construction) rygraden i kurserne. I disse kurser er de relevante cuneco-standarder introduceret, i det omfang de havde nået en rimelig færdiggørelsesgrad.

Implementeringen af cuneco-standarder er gennemført i undervisningen på de tre CAD- og BIM-kurser, hvor der bl.a. er arbejdet med digital kommunikation, klassifikation, digitale processer og digital udveksling:

- 11933 Systematisk CAD-projektering og visualisering
- 11031 Bygnings Informations Modellering
- 11913 CAD-skitsering og 3D-modeller.

Kursus 11933 er et videregående kursus for diplomingeniørstuderende, som havde 33 studerende i foråret 2014. Kursus 11031 havde 99 bachelorstuderende, mens kursus 11913 havde 43 diplomingeniørstuderende i foråret 2014. De studerende som deltog i undervisningen var på 2. eller 4. semester.

Undervisningen har været traditionelle forelæsninger kombineret med øvelser undervejs. Der er bl.a. afholdt forelæsning om cuneco-standarder af undervisere fra DTU og en inviteret indlægsgholder fra cuneco. En øvelse har fx været, at de studerende skulle klassificere de ting, de kunne se i lokalet, som de befandt sig i. En af de udfordringer de studerende fandt, var hvorvidt

ventilationsanlæg hænger sammen med rummet eller væggen. Efter den sidste kursusgang på kursus 11031 fik de studerende til opgave at skrive en kort rapport. Opgavens formål var at reflektere over arbejdet med BIM i kurset, samt at samle den viden de har tilegnet sig gennem øvelserne og ved læsning af litteratur.

Det har været spændende, men på mange måder også en stor udfordring at arbejde med implementering af cuneco-standarder. Den positive effekt er, at der er kommet flere kurser med indhold om cuneco, og flere deltagere som vil arbejde med cuneco-emner. Der er også udfordringer som besværliggør implementeringen, fordi cuneco ikke fik grundlaget færdigt, og det blev ændret i projektforsløbet. I undervisningen var der ønske om at afprøve standarderne i forbindelse med simuleringer, men det har kun kunnet gøres i et begrænset omfang, da standarder ikke var implementeret i den anvendte software. Hvis standarderne ender med at bruge lange koder, som ikke fortolkes af software, vil der være behov for, at få undervisere og studerende til at huske meget lange koder for at kunne bruge cuneco-standarder effektivt.

De fremtidige planer for undervisning i cuneco-standarder er, at der vil blive undervist i nogle cuneco-standarder på bachelorniveau, men dette er meget afhængig af implementering i software. På kandidatniveau er der behov for international accept før cuneco-standarder kommer til at fylde meget. Dertil skal standarderne udgives på engelsk for at kunne anvendes på kandidatniveau, hvor al undervisning foregår på engelsk.

Studenterprojekter med relation til BIM og cuneco

En vigtig del af ingeniørstuderendes uddannelse er projektarbejde og udarbejdelse af rapporter på semesterprojekter og afgangsspecialer på bachelor- og kandidatniveau. Processen, som de studerende gennemlever ved at skulle analysere en problemstilling og fremstille et løsningsforslag, er en vigtig del af deres udvikling. Det giver dem bl.a. mulighed for konkret at omsætte, sammenholde og afprøve kendte teorier i praksis.

Projekter hos Byggeri og Anlæg ved Aalborg Universitet

I syv kandidatspecialer i efteråret 2013 har cand. scient. techn. specialestuderende i 'Bygningsinformatik' omtalt cuneco og CCS i større eller mindre grad. Projekterne har taget udgangspunkt i faserne udførelse, aflevering og drift. Flere har peget på CCS som et mulig klassifikationssystem, men de studerende stiller spørgsmålstejn ved, hvordan CCS håndteres på tværs af projekter i forbindelse med konkrete bygningsdele, hvor egenskaberne bringes i spil. I forbindelse med interview oplever de studerende, at branchens aktører er kritiske over for CCS, og at de anvender SfB.

Projekter hos Mekanik og Produktion ved Aalborg Universitet

En studerende fra uddannelsen civilingeniør i 'Byggeledelse' valgte i foråret 2014 at skrive kandidatspeciale omhandlende BIM, mængdeudtræk og kalkulation. Den studerende samarbejdede med en VVS- og EL-entreprenør. I projektet er der arbejdet med forskellige klassifikationssystemer som CCS, SfB, OmniClass og DBK. Ligeledes blev ISO standarden 12006-2:2001 benyttet i forbindelse med behandling af klassifikation.

Gennem interviewundersøgelser afdækkede den studerende væsentlige forhold vedrørende barrierer for udtræk af mængder baseret på BIM-modeller. Den studerende har med relation til digitalt udbud udført en del analyser af, hvordan mængdeudtræk og omkostningskalkulation kan gennemføres i praksis. Den studerende har desuden udarbejdet en oversigt over forskellige BIM-værktøjer og udførte afslutningsvist en række konkrete forsøg med anvendelse af Vico Office og Revit med basis i IFC.

Projekter hos DTU-Byg

De væsentlige erfaringer fra nogle studerende, som har gennemført afgangsprojekter og eksamensprojekter med BIM og cuneco, har været, at standardisering og strukturering af informationer har meget stor betydning i det faglige arbejde. De studerende er overrasket over, hvor stor betydning fælles begreber, fælles standarder, fælles arbejdsmetoder m.m. har, specielt når man arbejder med digitale værktøjer. Her kan cuneco-standarder og andre standarder have en vigtig pædagogisk betydning i læringsprocessen.

Projekter hos DTU-Diplom

Orientering om standardisering og cuneco-standarder indgår i 4. semester i kurset 'Ledelse og styring' samt i to tilvalgskurser, 'BIM og procesplanlægning' i udførelsesfasen. Derudover er der enkelte studerende, der arbejder med implementering af cuneco-standarder i et specialekursus i samarbejde med en rådgivende ingeniørvirksomhed. De studerendes opgave er at analysere, hvilken metode for implementering af cuneco-standarder der giver mest værdi for det aktuelle byggeprojekt. De samme studerende arbejder også med cuneco-standarder i deres diplomingeniørprojekt.

Projekter hos VIA University College, Horsens

Enkelte studerende har på afgangsprojekter undersøgt forhold omkring den manglende integration af cuneco-standarder til statisk-programmer. Herudover har studerende deltaget i et antal konferencer på VIA omhandlende cuneco og i særdeleshed CCS.

6.3 Konstruktøruddannelser

I undervisningen på VIA var der ønsker om at afprøve standarderne i forbindelse med simuleringer, men dette har kun været muligt i begrænset omfang, da cuneco-standarder ikke var implementeret i de anvendte software. BIM-gruppens medlemmer har derimod i implementeringen været vejledere på flere afgangsspecialer, hvor studerende har lavet research på et eller flere af cuneco's indsatsområder. Et typisk eksempel på en problemformulering fra et speciale kunne være som nedenstående:

"Hvordan skal CCS integreres i byggebranchen for at opnå den forventede værdiskabelse, og lever systemet i dets nuværende form op til IKT-bekendtgørelsernes krav?"

De fremtidige planer for undervisning i cuneco-standarder og udarbejdelse af undervisningsmateriale synes først nu muliggjort, fordi de har baggrund i de afholdte møder, workshops og konferencer, og fordi der er erfaringer fra vejledninger af specialestuderende og etablering af BIM-Lab.

Uddannelse på KEA af 2. semester studerende

På KEA har studerende på 2. semester været igennem to workshops i oktober 2013, hvor de skulle implementere CCS i deres projekter. Gennem forløbet skete der en løbende vidensdeling mellem virksomhederne og KEA's undervisere og studerende. Der var en del opstartsproblemer både med at ændrede klassifikationskoder, tilretning af undervisningsmateriale, men også med afprøvning af betasoftware. KEA arbejder fortsat på at få koderne til at spille 100 % sammen med mængdekalkulationen i Sigma, og KEA håber på, at Spine kommer til at styre integrationen mellem Revit og Sigma.

De studerende på KEA er vant til at arbejde med problem- og projektbaseret læring (PBL) ud fra et undervisningsmateriale, der forsøger at afspejle den virkelighed, som de kommer ud til efter endt studie. De studerende er langt fremme med brugen af digitale værktøjer i undervisningen. Allerede fra 1.

semester arbejder de studerende med BIM-værktøjer (Revit, Sigma og MS-project). Det giver derfor god mening, at KEA allerede på 2. semester kan præsentere de studerende for workshops, hvor de skal arbejde med en 3D-model i Revit og kodning efter CCS.

Dette arbejde er blevet understøttet af et udviklingsprojekt på KEA, som skulle implementere CCS på bygningskonstruktøruddannelsen på Københavns Erhvervsakademi (KEA), og som skulle dele denne viden med de øvrige konstruktørskoler. Det har givet et bedre grundlag for, at de seks udvalgte undervisere, som har erfaring med brugen af digitale værktøjer, er godt rustet til undervisning og vejledning af de studerende. Workshopperne betragtes som en succes, til trods for at softwaren og cuneco-standarderne var baseret på betaversioner. Erfaringerne fra forløbet indarbejdes i KEA's ordinære undervisning, som således er baseret på virkelighedens praksis. De overordnede konklusioner blev desuden drøftet på workshops mellem VIA og KEA, og erfaringerne er videregivet til de øvrige konstruktørskoler via BVU*net.

6.4 Erhvervsuddannelser

Implementeringen af cuneco-standarder skal udmøntes i undervisning på erhvervsskolerne, som i samarbejde med de lokale uddannelsesudvalg fastlægger, hvordan kompetencemålene i uddannelsesordninger og kursusbeskrivelser skal opnås i undervisningen. De nuværende uddannelsesordninger på erhvervsuddannelser vil i overvejende grad kunne inkorporere nye digitale standarder.

I AMU er der en række efteruddannelsesstilbud, som omhandler digitalisering i byggebranchen. De kan hurtigt suppleres med nye relevante uddannelsesmål med tilhørende undervisningsmateriale. Man kan derfor sige, at erhvervsskolernes digitale infrastruktur er klar til implementering af digitale standarder i undervisningen. Ligeledes er kursisternes og elevernes digitale parathed også tilstede, når standarderne er færdigudviklet og behovene analyseret, så de faglige udvalg og skolerne kan beslutte, i hvilken form de skal implementeres.

Endvidere bør det i de faglige udvalg og på skolerne overvejes, om en strategi for tværfaglig implementering på EUD i eksisterende fag og uddannelsesordninger er en hensigtsmæssig vej. Det bør også overvejes, om en tværfaglig integration gennem undervisningsforløb og workshops vil styrke implementeringen. Der er allerede gode erfaringer med dette på fx følgende områder:

- Betonworkshoppen er hvert år siden 2005 blevet afholdt med deltagelse af studerende fra Aalborg Universitet, University College Nordjylland og AMU Nordjylland.
- De Digitale Dage på professionshøjskolen University College Nordjylland er et årligt tilbagevendende arrangement, der afvikles i samarbejde mellem University College Nordjylland Teknologi, Aalborg Universitet, Tech College Aalborg og SmartCityDK.

Den digitale svendeprøve

Tømrernes og murernes teoretiske svendeprøve afvikles digitalt, og omfatter tegneprøve og projektopgave. Såvel tegneprøve som projektførløb og eksamen planlægges og afvikles af skolerne, og retningslinjer herfor er beskrevet i de lokale undervisningsplaner. Opgaverne stilles via en digital platform, og tegneprøverne afleveres og opbevares ligeledes på samme portal.

Tegneprøven løses i AutoCad-tegneprogram og afleveres digitalt i dwg-format. En skabelon med foruddefinerede layout, lag, streghyper og streghyperkæder er tilgængelig for eleverne.

De Digitale Dage i Aalborg

Målet for De Digitale Dage i Aalborg i 2014 er, at de studerende og elever opnår viden om, forståelse for og kompetencer indenfor anvendelse af digitale værktøjer, metoder, processer og faglige problemstillinger ved bygningsrenovering. De skal i et praktisk eksperimentarium udforske og afprøve digitale metoder og arbejdsprocesser. De skal desuden opnå viden og færdigheder i, hvordan der kommunikeres fagene imellem, og hvordan informationer mellem de enkelte parter i byggebranchen udveksles. Der arbejdes desuden med større interaktion mellem de enkelte faggrupper. På De Digitale Dage er der et stigende fokus på at kommunikationen mellem de projekterende og udførende.

Under De Digitale Dage i 2014 blev der anvendt en række programmer og metoder i kommunikationen mellem de projekterende og udførende som fx:

- Dok spot – som er et Aalborg-firmas udgave af foto Doc.
- Fysiske print.
- Kommunikation mellem projekterende og de udførende på iPads.
- Revit til materialeudtag.
- Byggewebs pakke Captio.

I 2014 blev der sat specifik fokus på de udførende, og hvordan de integreres i digitaliseringsarbejdet, samt hvilke digitale værktøjer dette vil kunne understøttes af. Ud over den digitale kommunikation afholdt de forskellige teams undervejs 2-3 fysiske byggemøder med deltagelse af både projekterende og udførende. De udførende var gode til at styrke gruppens resultater. De deltog aktivt i arbejdet med udgangspunkt i deres perspektiv. Fx. førte en dialog om lysskaktens kurver til, at de udførende fik data, de direkte kunne overføre til opsnøringen i praksis.

Erfaringen fra De Digitale Dage i 2014 er, at kommunikationen mellem projekterende og udførende skal sættes op tidligt, for at anvendelsen af alle programmer kommer i spil. Desuden er det erfaringen, at det digitale samarbejde mellem de projekterende og udførende er en gevinst i bestræbelserne på at sikre bygbar projektering.

Digitalisering af uddannelsen på Construction College Aalborg

Constructions College Aalborg har igennem flere år arbejdet for at eleverne gennem deres uddannelse opnår fortrolighed med digital kommunikation. Ud over at der tegnes digitalt, er der indført brug af forskellige programmer i den daglige undervisning. Skolen har tidligere ofret store beløb på indkøb af specialiserede programmer, men udnyttelsen står ikke altid mål med investeringerne, derfor bruger man i dag, både programmer som AutoCad, og den vifte af gratis programmer som tilbydes som fx:

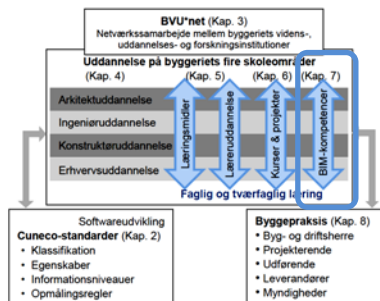
- Bosch Tools - der anvendes til planlægning af arbejdsprocesser.
- Plangrid.com – der bruges til tegninger.
- Sketch Up.

Digitaliseringen af kommunikationen i en byggesag stiller krav til at styrke det fælles fundament mellem håndværksfagene. For at udnytte de digitale informationer og for at kunne deltage i kommunikation digitalt er det en forudsætning, at de udførende har en større tværfaglig forståelse, end der i dag lægges op til i uddannelserne. Samtidig er det en fordel at man kender til

byggeriets faser. De nye energistandarder medfører også, at der er behov for en dybere viden om bygningsfysik, særligt fugt, i byggeriet.

Skolen har ikke specifikt inkluderet cuneco-standarder i deres undervisning, idet de ikke er tilstrækkeligt færdige og er blevet 'accepteret' af de faglige udvalg og lagt ind i skolens uddannelsesplaner. Vægten er derfor hovedsageligt lagt på opgradering af undervisernes digitale parathed, undervisningsmaterialet og de nødvendige software-programmer.

7. BIM-kompetencer, studenternes behov og deres initiativer



I kapitlet beskrives de studerende behov for BIM-kompetencer herunder anvendelsen af cuneco-standarder og software i deres uddannelse. I tilknytning hertil beskrives også de studerendes egne initiativer for at bidrage til den generelle udvikling af BIM i byggebranchen.

Beskrivelserne for de fire uddannelsesområder afhænger af deres aktuelle be-

hov, men samlet er givet forskellige bidrag, som viser implementeringsstadiet. Fx har arkitektuddannelsen lavet en spørgeskemaundersøgelse blandt 487 studerende i København og Aarhus. BIMbyen, som ejes af KEA og drives af de studerende, er meget populær hos praktikere. Den har været omdrejningspunkt for implementeringen af cuneco-standarder og samarbejdet mellem undervisere, studerende og firmaer om BIM.

7.1 Arkitektuddannelser

Arkitektuddannelserne på KADK og AAA ønskede inden opstarten af delprojektet at foretage en undersøgelse, som blev gennemført i to dele. Den første del er gennemført som en spørgeskemaundersøgelse for studerende, og den anden del som en række interviews med professionelle arkitekter.

Gennem undersøgelsen skulle det klarlægges, hvor i arbejdsprocessen BIM og cuneco-standarder giver størst mening, og den skulle samtidig sikre et realistisk grundlag for at skabe interesse hos de studerende. Undersøgelsen skulle også klarlægge, hvor relevant cuneco-tankegangen er for de arbejds-gange og værktøjer, der allerede anvendes på arkitektskolerne i dag, og om det der sker på tegnestuerne kan betragtes som parallelt hertil. På den professionelle side blev tegnetuer også spurgt om de ansattes kompetencer og behov for software, og om disse kompetencer kunne øge den studerendes mulighed for praktikplads.

Spørgeskemaundersøgelsen for studerende bestod af 26 spørgsmål, som blev udsendt online til alle kandidatstuderende samt et mindre antal bachelorstuderende. I alt blev der udsendt 487 spørgeskemaer fra KADK og AAA. De modtog i alt 121 besvarelser, hvoraf 90 % var fra kandidatstuderende. Fra de behandlede svar kan man fremhæve følgende resultater:

- Det analoge arbejde i forbindelse med studieopgaver udgør ca. 45 %.
- I gennemsnit bruger de arkitektstuderende ca. 60 % af deres tid med formudvikling. Det vil sige, at 60 % af studiearbejdet på arkitektskolerne er placeret på informationsniveau 1 jf. CCS-skala.
- Ca. 90 % af de adspurgte anvender ikke Revit eller tilsvarende programmer der egner sig for en BIM-model.
- Ca. 55 % siger, at det analoge gentegningsarbejde, dvs. gennemsigtige lag papir ovenpå hinanden, er værdsat, fordi gentagelsen styrker deres faglige forståelse af projektet.

- Ca. 10 % af de studerende har erfaringer med at arbejde i gruppe omkring en fælles 3D-model.
- Ca. 50 % svarer nej til, at de nogensinde har udført en projekteringstegning eller noget der minder om en projekteringstegning i forbindelse med en studieopgave.

Undersøgelsen viser, at der er et stort behov for systematisk undervisning i Det Digitale Byggeri (DDB) og BIM og dermed også i cuneco-standarder. Men samtidig er det også klart, at denne undervisning er svær at placere i selve studiet. Den væsentligste årsag er, at hele processen i cunecos arbejde stiler mod det professionelle virke og ikke mod den kunstneriske forslagsstilling, som er vægtet meget i arkitektstudiet. Det er derfor også klart, at de studerende ikke selv tager initiativer inden for området, idet studietiden ganske enkelt ikke er planlagt til at rumme dette.

Arkitektskolernes opgave har derfor været at lægge undervisningen der, hvor den giver mening i forhold til den kreative proces, og hvor der også skabes den nødvendige viden om DDB, BIM og cuneco-standarder. Herved får den studerende viden om området og ved, hvor de kan søge yderligere viden. Men erfaringerne fra de to kurser i efteråret 2014 viser, at der også er studerende, der gerne vil have yderligere viden, som løbende inddrages i undervisningen.

Arkitektskolerne har gennem årene mærket et stor ønske om undervisning i DDB og BIM efter afsluttet kandidateksamen, dvs. når uddannelsen møder praksis. Skolerne har derfor også i gennem årene gennemført en række efteruddannelseskurser målrettet mod kandidaterne. Der arbejdes p.t. på en formaliseret efteruddannelse for alle unge arkitekter, og skolernes forventning er, at kompetencer indenfor DDB, BIM og cuneco-standarder vil blive vægtet højt i denne uddannelse.

7.2 Ingeniøruddannelser

Viden om det faglige og tværfaglige samarbejde er altafgørende for de studerende, for at de kan arbejde effektivt efter BIM- og VDC-arbejdsmetoder (VDC - Virtual Design and Construction). De studerende skal også have indgående kendskab til processer og forståelse for grundprincipperne ved informationsudveksling. Undervisningen er primært fokuseret på projekterings og udførelsesfaserne, men samarbejdet skal forekomme mellem alle aktører gennem alle bygge- og driftsprocesserne. Information skal fx indeholde IFC-baseret udveksling eller direkte interfaces til aktuelle software. Der er så vidt vides ikke gennemført specifikke analyser af de studerendes behov og ønsker til disse kompetencer.

7.3 Konstruktøruddannelser

I forhold til de enkelte specialer kan der foregå nærmere vurderinger af de studerendes behov for BIM- og CCS-kompetencer. Der er så vidt vides ikke gennemført specifikke analyser af de studerendes behov og ønsker til disse kompetencer. Én interessant indsats skal dog fremhæves, som studerende på KEA har været drivkraft i, og det er etablering og drift af BIM-Byen.

På Københavns Erhvervsakademi (KEA) har tre fremsynede KEA-studerende i 2007 startet og udviklet BIM-Byen med det formål at udbrede BIM-kendskabet og -samarbejdet blandt studerende og professionelle. BIM-byen ejes af KEA, men drives og vedligeholdes af studerende fra KEA. BIMbyen.dk

har udviklet sig til at være en af Danmarks mest besøgte BIM-portaler med mange tusinde besøgende om måneden. En lang række virksomheder gør nu brug af BIM-Byen's diskussionsfora, fordi det giver dem direkte adgang til de studerende og deres opdaterede viden og højt værdsatte meninger. BIM-byen er i høj grad blevet en vidensdelingsportal, hvor studerende og firmaer kan dele bygningsobjekter, templates, meninger og meget andet. BIM-Byen har desuden været anvendt til formidling af cuneco-standarder på KEA i projektet 'Implementering af CCS på KEA'.

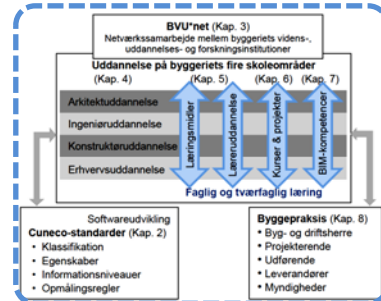
The screenshot shows the BIMBYEN web portal. At the top, there's a navigation bar with the BIMBYEN logo, a search bar, and user information for Per_Christensen. Below the navigation bar, there's a main content area. On the left, there's a large banner for 'KEA BVUNET CUNECO PROJEKTER' with the title 'Digitale kompetencer i byggeriet:'. Below the banner, there's text about the project's goals and a section titled 'Delforløb nr. 5701 - "Implementering af CCS på KEA":'.

Figur 11. Uddrag fra www.BIMbyen.dk som ejes af KEA og drives af studerende på KEA.

7.4 Erhvervsuddannelser

Der er så vidt vides ikke gennemført specifikke analyser af elevernes behov og ønsker til BIM-kompetencer herunder viden om cuneco-standarder.

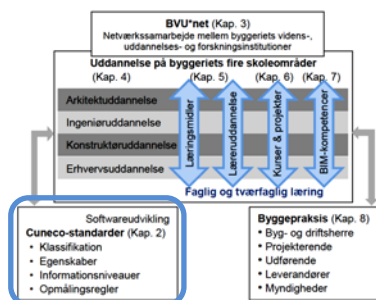
8. Diskussion af udvikling, tværfaglighed og bedre byggepraksis



I kapitlet er projektets erfaringer fra de foregående kapitler diskuteret i forhold til, hvordan de bidrager til en bedre BVU*nets videreudvikling. Først diskuteres erfaringerne med udviklingen af cuneco-standarder og implementeringen i BIM-applikationer. Derefter diskuteres implementeringen i uddannelserne med udvikling af læringsmidler, læreruddannelse,

kurser og projekter samt BIM-kompetencer. Dernæst diskuteres byggebranchens og myndigheders egne bidrag til og behov for udviklingen. Sidst samles det i det tværfaglige samarbejde i og videreudviklingen af BVU*net, som kan bidrage til at fremme en bedre uddannelse og byggepraksis bl.a. gennem tværfagligt samarbejde, innovation og BIM.

8.1 Udviklingen af cuneco-standarder og BIM-applikationer



De fire cuneco-standarder i Klassifikation, Egenskaber, Informationsniveauer og Opmålingsregler er i rapporten blevet behandlet på en række forskellige måder og set ud fra forskellige sammenhænge i byggeriets uddannelser. På denne baggrund er der i det følgende udarbejdet nogle overordnede kommentarer, der dels påpeger nogle uafklarede emner og dels indikerer yderligere tiltag, der kunne behandles fremadrettet. Som det er skrevet i indledning er behandlingen af disse erfaringer ikke en del af BVU*nets opgave for cuneco. BVU*net har dog vurderet, at de er væsentlige at få behandlet, idet de har betydning for de pædagogiske rammer, som der blev lagt for implementeringen af standarderne i uddannelserne. Samtidig kan disse erfaringer også give uddannelsesinstitutionerne indsigt i, hvordan en innovation kan håndteres i fremtiden.

Klassifikation

CCS er et ny dansk klassifikationssystem, der på flere måder bryder med hidtil kendte danske og udenlandske klassifikationssystemer. Derfor foreligger naturligt nok ikke meget analysearbejde, der vurderer systemets betydning og dets fremtidige muligheder. Det vil derfor være naturligt at uddannelsesinstitutionerne efterfølgende sætter en række praktiske forsøg og evalueringer i gang, inden CCS bliver gjort til genstand for yderligere implementeringer i uddannelserne.

Herhjemme er det værd at bemærke, at Forvaltnings Klassifikation allerede er implementeret hos de almene boligforeninger (LBF, 2009). Det er ligeledes interessant at se nærmere på det nye initiativ omkring typekodning, der er under udvikling hos BIM7AA, som er udviklet af de syv største arkitektvirksomheder i Aarhusområdet. At de foreløbige resultater kommer til udtryk som en relativ enkel fornyelse af det gammelkendte SfB-system vil utvivl-

somt virke tiltalende for mange, der stadig er bekendt med og anvender dette system. Se www.bim7aa.dk.

I Storbritannien pågår aktuelt en udvikling af næste generation af UniClass, og dette arbejde vil sandsynligvis få en væsentlig international betydning i konkurrence med det amerikanske OmniClass. Indarbejdelsen af CCS vil derfor også blive presset af globaliseringen generelt, og af de danske aktører, der deltager i udenlandske projekter.

Egenskaber

Anvendelse af egenskaber ved objekter anses som det vigtigste af de fire udviklingsinitiativer i cuneco, idet de er grundlaget for analyser og simuleringer i de forskellige fagområder og -discipliner. Samtidig vil antallet af egenskaber være stigende i takt med, at objekterne bliver mere og mere detaljerede og kravene til dokumentation er stigende. Men desværre hersker der meget stor forvirring omkring de mange forskellige definitioner af egenskaber. Helt basalt gælder det, at navn, enhed og beskrivelse kan variere, men verden over er der introduceret mange forekomster, og mange softwareapplikationer giver også forskellige bud. Fx er der i Europa et meget stort antal fælles produkt- og konstruktionsstandarder med konkrete egenskabsdefinitioner, der som første prioritet skal overholdes jf. aftaler indenfor EU's byggevaredirektiv.

I buildingSMART mangler der også i væsentlig grad en indsats for at standardisere egenskaber (IFC Properties). For en del egenskaber foreligger der definitioner, men for en stor dels vedkommende er disse opstået ved knopskydning. BuildingSmart Data Dictionary er en potentielt vigtig standard, der åbner mulighed for at oprette og dele beskrivelser af egenskaber. Et meget stort antal af disse egenskaber er nu ved at være tilgængelige for alle. Men der er hidtil ikke udviklet og fastsat betydende regler for håndtering af dem, og for hvordan disse regler løbende skal håndhæves. Forholdet mellem danske og udenlandske retningslinjer vedrørende egenskaber er det altså også vigtigt at få styr på.

Informationsniveauer

Området informationsniveauer stammer tilbage fra de første tiltag vedrørende Det Digitale Byggeri, og der er for så vidt almindelig forståelse for emnet, men emnet er igennem årene ikke blevet tillagt den store betydning. Det arbejde, der nu er udført, har da også hovedsagelig en relativt principiel karakter. Resultatet fremstår mest som en metode, der nok kan vejlede til, hvordan niveauerne skal fortolkes i hvert konkret tilfælde, men en specifik anvendelse vil typisk kræve en betydelig indsats.

Den aktuelle cuneco-løsning definerer syv informationsniveauer, som det forventes, at alle kan anvende i relation til objekter med vidt forskellige detaljeringsgrader. Det betyder, at kompleksiteten stiger, hvis formål, processer og aktører er forskellige. Det leder samtidigt hen til, at det konkret kommer til at handle om noget, der er sammenligneligt med ydelsesbeskrivelser.

Internationalt findes Level of Detail (LOD) som et generelt begreb med en del forskellige betydninger. Der har i tidens løb været en diskussion om forholdet mellem data og proces på tilsvarende måde, som vi har haft det i Danmark. For at skelne har man i nogle kredse opfundet en alternativ betegnelse Level of Development Specification, der mere vedrører processer. Der opereres i LOD med fem niveauer fra LOD 100 (det mindst detaljerede) over LOD 200, LOD 300 og LOD 400 til LOD 500 (det mest detaljerede). Forholdet mellem det aktuelle danske arbejde og de sammenlignelige udenlandske retningslinjer bør afklares.

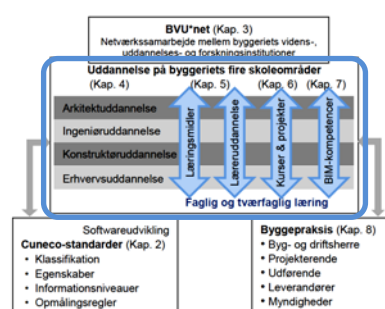
Opmålingsregler

Baggrunden for arbejde med opmålingsregler og dermed formålet med udviklingen nationalt og internationalt synes uklar, særligt på baggrund af tidligere arbejde i Det Digitale Byggeri. Det er kendt, at dansk praksis er speciel på en række områder, og det er derfor naturligt at spørge, hvor udviklingen bør bevæge sig hen på dette område sammenlignet med udenlandske eller fælles europæiske retningslinjer.

Indholdet af cuneco-arbejdet om opmålingsregler er i nogen grad drejet over til at handle om digitale tilbudslistes samt udbud og tilbud. Grundlaget herfor er vigtigt, idet det i høj grad handler om mulighederne for udtræk af data fra bygningsmodeller. I den forbindelse savnes derfor også en vurdering i forhold til internationale muligheder. Det er velkendt, at et stort antal bygningsobjekter foreligger tredimensionalt geometrisk defineret efter fælles internationale bestemmelser. På dette grundlag er der store muligheder for at definere en række præcise mængdemål. I buildingSMART er der således defineret en række basale mængder (Base Quantities), der på passende detaljeringsniveau kan udgøre et let anvendeligt grundlag. I hvilken grad, der er overensstemmelse mellem disse og øvrige løsningsmuligheder på området, synes nødvendigt at undersøge nærmere.

Det gælder ikke mindst vedrørende software-applikationer, da det også er vigtigt at tage stilling til behovet for klassifikation af objekttyper. I buildingSMART er der defineret et stort antal typer med tilhørende egenskaber, men hvert alle modelleringsapplikationer har deres sæt af objekttyper, og der er varierende overensstemmelse mellem dem. Derfor er det svært at få etableret en fælles standard på området, og mange applikationer spænder i væsentlig grad ben for anvendelse af nationale eller internationale klassifikationssystemer.

8.2 Tværfagligt samarbejde i og mellem uddannelsesområder



Vi vil nu se på de indhøstede erfaringer på de fire uddannelsesområder med at implementere cuneco-standarderne i uddannelser. Herunder hvilke udfordringer der har været med at udvikle læringsmidler, lærerruddannelse, kurser og projektet for at opnå bedre BIM-kompetencer. I denne diskussion kom det også frem, at de fire virkemidler burde starte med beskrivelse af læringsmål. Dette virkemiddel

er derfor tilføjet i innovationsmodel i figur 12, som foreslås som diskussionsrammer for den fremtidige udvikling af BVU*net.

Arkitektuddannelser

På KADK og AAA er der internt kommet godt gang i BIM-undervisningen i tilknytning til formgivning i de tidlige programmerings- og konkurrencefaser, herunder brug af cuneco-standarder som er aktuelle for arkitektstuderende. Der har været en god udveksling af erfaringer mellem de to skoler, og samarbejdet med arkitektvirksomheder om kurser og praksisnære opgaver og projekter er blevet udbygget. Der har været flere praktiske vanskeligheder med svag integration med standarderne i de softwares, der bruges i undervisningen, som gav meget manuelt dataarbejde for de studerende. Der var også en diskussion af, i hvilken grad de studerende som del af undervisningen skulle trænes i brugen af de aktuelle softwares.

Behovsanalyser blandt studerende og arkitektvirksomheder har givet godt grundlag for bedre at kunne målrette kurser, opgaver og projekter. Der er blevet udviklet kompendiemateriale til kurserne, som videreudvikles til næste årgang studerende. Læreruddannelsen er sket som en erfaringsoverføring mellem de deltagende undervisere og eksterne foredragsholdere fra tegnestuer. Arkitektskolerne markerer kraftigt, at arkitektuddannelsen primært skal have fokus på formgivningskompetencer. De stramme standarder vanskeliggør arbejdet, og ekstraarbejdet kommer ikke arkitekterne til gode.

Det er ønskeligt, at de studerende i fremtiden som en obligatorisk del af uddannelsen bliver undervist i Det Digitale Bygger (DDB), BIM og cuneco-standarder. De skal herigennem gives en forståelse for de nye arbejds- og samarbejdsformer, der knytter sig til BIM-metoden. Arkitektskolerne vurderer, at BIM vil få større og større indflydelse på arkitektfaget, og at det derfor vil få afgørende betydning, hvis det ikke allerede har det, for de studerendes ansættelsesmuligheder, om de mestrer modellering med BIM-applikationer eller ikke.

Det tværfaglige aspekt i BIM med fx koordinationen af standarder, informationsflow og samarbejde mellem virksomheder vil også være en fordel for studerende at have viden om, men det er ikke på samme måde en afgørende faktor. Skolerne vurderer ydermere, at BIM efterhånden, som det bliver implementeret, også vil kunne assimileres ind i projektopgaver og det arkitektoniske arbejdsflow, ligesom det tidligere er sket med CAD og andre digitale værktøjer.

Ud over disse forhold arbejder skolerne for, at interesserede studerende kan sikres en fordybelse i DDB, BIM og cuneco-standarder, som skaber de kompetencer, der kræves af BIM-koordinatorer.

Ingeniøruddannelser

Der har været en stor opbakning til projektet fra underviserne på ingeniøruddannelserne, og de seks deltagere har afholdt online-møder hver 2.-3. uge. Møderne har været en bærende del i projektet, da de har givet mulighed for på tæt hold at følge hinandens arbejde og udviklingen af implementering. Man har herigennem løbende kunne drøfte, de udfordringer som opstod, og man har støttet hinanden i forståelsen af cunecos aktiviteter og udgivelser.

Gennem projektets forløb har der i projektgruppen været et tæt samarbejde om at følge arbejdet med cuneco-standarderne. Udviklingen er fulgt på tæt hold, og der har ved alle høringer været repræsentanter fra projektdeltagerne, så den indsigt, der blev givet ved høringerne, er blevet videreformidlet til alle deltagere. Dette har medvirket til løbende dialoger om forståelse af de enkelte standarder og sammenhænge i projektet.

I ingeniøruddannelserne betragtes cuneco-standarderne alene som strukturende værktøjer til kommunikation og dataudveksling, men ikke som et selvstændigt byggefagligt undervisningsområde. Dermed er cuneco-produkterne ikke noget, som kan stå alene og indskrives som et læringsmål i studieordningerne. De kan derimod indgå naturligt i kurser, hvor det understøtter arbejdsprocesser, eller hvor der fx undervises i klassifikationssystemer. Dermed bliver det i høj grad også op til de enkelte undervisere og de faglige behov i de enkelte kurser mv., der bliver bestemmende for, hvorvidt og hvordan cuneco-standarder inkluderes i undervisningen eller ej.

På flere uddannelser ses i dag, at end ikke det udbredte SfB-system er noget som anvendes i de tunge ingeniørfag. Dermed er det tvivlsomt, hvorvidt CCS vil kunne få en stor rolle i disse fag, hvis man ikke samtidig løfter undervisernes og studerendes generelle forståelse for betydning af klassifika-

tion. I forhold til kurser med høj integration af BIM og CAD, vil det være oplagt at undervise de studerende i værktøjer til at højne niveauet. Her er der gode muligheder for at arbejde effektivt med informationsudveksling og arbejdsflow.

Der har været arbejdet meget med udvikling af opgaver og projekter, som var tilpasset de aktuelle fagdiscipliners behov. Der blev fx arbejdet med fagdisciplinerne: Bærende konstruktioner, energi og indeklima, mængdeudtræk og omkostningskalkulation samt byggeproces og informationsudveksling. Det viste sig, at de hver havde forskellige behov, som kunne være lige så forskellige som mellem arkitekter, ingeniører og konstruktører.

I forløbet var der vanskeligheder med integrationen mellem software, som fik til følge, at data skulle overføres manuelt. Fra starten var der et ønske om et større samarbejde om udvikling af fælles undervisningsmateriale. Der er bl.a. et stort behov for engelsk undervisningsmateriale og supplerende analyseartikler, som kunne forbinde undervisningen til international forskning og simulering- og beregningspraksis. Dette blev kun i begrænset omfang realiseret, og ligger her en stor fremtidig udfordring.

Fremadrettet vil der formodentligt blive udviklet flere applikationer, som understøtter ingeniørens arbejdsopgaver. I de modeller, som ligger til grund for beregningerne, vil data skulle trækkes direkte fra den parametriske objektbaserede model eller som minimum importeres herfra. Denne udvikling kan understøtte de studerendes anvendelse af BIM i flere kurser og være grundlag for flere af deres beregninger.

En vigtig del af ingeniørernes uddannelse er projektarbejde og udarbejdelse af rapporter. Rapporterne kan være såvel semesterprojekter som afgangsspecialer på diplomingeniør-, bachelor- og kandidatniveau. I arbejdet kan de studerende være underlagt et overordnet emne, eller de kan have mulighed for frit at vælge, hvad rapporten skal omhandle. Processen, som de studerende får ved at skulle analysere en problemstilling og fremstille et løsningsforslag, er en vigtig del af deres udvikling, og giver dem mulighed for konkret at omsætte, sammenholde og afprøve kendte teorier i praksis. Man kan sige, at rapporter og analyser er lige så vigtige for ingeniørerne som formgivning er for arkitekter.

I projektarbejdet har de studerende mulighed for frit at vælge et problemområde, de ønsker at arbejde med. Der kan arbejdes med tværfaglige problemstillinger, udfordringer i forbindelse med BIM, procesrelaterede problemstillinger mv. De grundlæggende kompetencer, som de studerende får fra forelæsninger, giver dem indsigt i at forstå problemstillinger, analysere disse og finde gode løsningsforslag. Fremadrettet er det derfor essentielt, at institutioner udbyder kurser, som er kompetencedannende inden for hele det digitale grundlag og samarbejde.

Det tætte samarbejde i projektet har givet en god mulighed for i fremtiden at holde mere kontakt, og det har dermed øget mulighederne for faglige samarbejder. Der er altså gennem projektet skabt en grobund for det fremtidige samarbejde, og hvordan man fx deler undervisningsmateriale og udvikler et godt tværfagligt netværk på tværs af institutioner.

Konstruktøruddannelser

Udviklingen har koncentreret sig om læreruddannelse på VIA i Horsens, Aarhus og Holstebro. Der er etableret en BIM-gruppe til koordinering af læreruddannelsen, og konferencer, workshops, møder og virksomhedsprojekter er lagt på en åben formidlingsplatform. Nyt BIM-Lab i Horsens med mobilt anlæg, som kan opsættes hos firmaer og på byggepladser, kan formidle

seminarer og praksisprojekter gennem live streaming og efterfølgende ses 'on demand'. cuneco's beskrivelser er brugt som undervisningsmateriale, og der arbejdes nu fremadrettet for at få fælles undervisningsmateriale ajourført med de færdige standarder.

BIM-anvendelsen dækker uddannelsens syv semestre via de fem fokusområder: Grundlæggende modellering, mængdeudtræk, udnyttelse af egen-skabsdata, visualisering og integration mellem programmer. I undervisningen på VIA var det fra starten et ønske om at afprøve standarderne i forbindelse med simuleringer, men det har kun været muligt i begrænset omfang, da cuneco-standarderne ikke var implementeret tilstrækkeligt i de anvendte software. Der har desuden været samarbejdet med KEA gennem workshops. Her er dette problem drøftet, idet KEA intenst har arbejdet med forbedring af integrationen mellem software, så de studerende bedre kan anvende dem i undervisningen og projekter.

De studerende fra VIA i Holstebro, Aarhus og Horsens har i nogen udstrækning medvirket ved konferencer og oplæg, der senere har været offentliggjort på www.openviauc.dk. Desuden har afgangsspecialer været anvendt i projektperioden til analyser og beskrivelser af cunecos indsatsområder. Specielt har CCS-klassifikationsdelen været genstand for flere specialer, men også den generelle CCS-implementering har været genstand for flere undersøgelser og interviews i virksomheder.

BIM-byen fra KEA og 'De digitale Dage i Aalborg' har været medvirkende til megen inspiration i indeværende projekt. Dele af de dragne erfaringer fra disse tiltag, vil blive inddraget i beskrivelser og udvikling af undervisningsmateriale, kurser og projekter.

VIA Bygningskonstruktøruddannelsen har i samarbejde med BVU*net i projektperioden igangsat et nyt parallelprojekt, som skal realisere et tværfagligt samarbejde i uddannelse af arkitekter, ingeniører og konstruktører. Projektet hedder 'Sommerskole – Tværfaglig bygningsrenovering' og gennemføres som et 3-ugers kursus i sommeren 2015 på VIA i Horsens med undervisere, studerende og færdiguddannede fra de tre uddannelsesområder. I forbindelse med planlægningen af kurset er BVU*nets innovationsmodel i figur 2 blevet testet, om den også kunne anvendes her.

I den første del af planlægningen af kurset har de tre undervisergrupper arbejdet meget med at finde de fælles læringsmål for kurset. Det viste sig ikke helt enkelt, da undervisningspraksis og sprogbrug på de tre uddannelsesområder var noget forskellige. Der blev derfor brugt noget tid på at finde frem til en gensidig forståelse. Denne problemstilling viste desuden, at BVU*nets innovationsmodel nok burde have et par supplementer, for at kunne virke på dette område. Det blev derfor foreslået, at der tilføjes et femte virkemiddel – Læringsmål, som placeres først i modellen, samt af det tværfaglige får sit eget vandrette spor parallelt med de fire faglige uddannelsesområder. Disse ændringer er derfor indsat i den nye version af modellen i figur 15, som er et forslag til en diskussionsramme for den fremtidige udvikling i BVU*net.

Erhvervsuddannelser

De tre andre uddannelsesområder er videregående uddannelser, der har lovgivningsmæssigt relation til Uddannelses- og Forskningsministeriet (UFM) www.ufm.dk. UFM rummer også lovgivning for forskning og innovation. De er hermed underlagt de nye krav af 16/5 2013 om akkreditering, som Danmark har forpligtiget sig til i henhold til de fælles europæiske standarder og retningslinjer (ESG'erne) for videregående uddannelse. Erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelser (EUC og AMU) for håndværkere har lovgivningsmæssigt relation til Undervisningsministeriet (UVM) www.uvm.dk. UVM

rummer også lovgivning for folkeskoler, frie grundskoler, gymnasier og anden ungdomsuddannelser.

EUC og AMU har derfor andre rammer for uddannelse end videregående uddannelse af arkitekter, ingeniører og konstruktører. Hos UVM pågår der nu en erhvervsskolereform, hvor bekendtgørelser fra september 2014 har været i høring, og hvor de færdige bekendtgørelser forventes offentliggjort primo 2015. I reformen er de faglige udvalg og efteruddannelsesudvalg fortsat centrale i styringen af behovsafdækning, fastsættelse af kompetencemål og kvalitetssikring i uddannelserne. Dvs. at den overordnede styring i praksis forvaltes af de faglige udvalg og efteruddannelsesudvalg, som ledes af arbejdsgivere og arbejdstagere på de respektive områder.

På den måde er det de faglige udvalg og efteruddannelsesudvalgenes opgave at monitorere branchens behov samt initiere udvikling af undervisningsmaterialer og læreruddannelse. Nye standarder, klassifikationer mv. som fx CCS skal derfor implementeres gennem en eventuel justering af uddannelsesordninger i EUD og udvikling af nye uddannelsesmål i AMU. Udviklingen i projektet har derfor primært haft fokus på analyser og eksempler på, hvor og hvordan BIM, CCS og standarder generelt kan implementeres i på de tre erhvervsområder: Tømrer, murer og struktører.

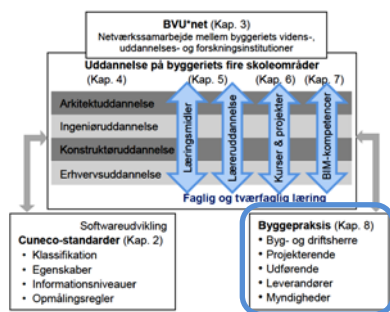
Byggeriets Uddannelser, som er sekretariat for de tre områder, har gode erfaringer med en 'blød' implementering af læringsmidler, læreruddannelse, uddannelse og kompetencer overfor skoler og undervisere. De foretrækkes derfor også den anvendt ved implementering af CCS, men først når standarder og software har bred accept i branchen og udvalgene har haft tid til at omsætte dem. Det forhindrer dog ikke, at skolerne selv kan gå i gang.

I analysen er set på erfaringer fra ny Undervisningsbank (UB), De Digitale Dage (DDD), undervisning i AutoCad og digitale svendepøver samt praksis hos Construction College i Aalborg. Disse erfaringer kan de faglige udvalg, skolerne og de lokale uddannelsesudvalg bruge som grundlag for BIM-udviklingen på området. I forhold til cuneco-standerne er det primært informationsniveauer som har interesse, men ellers er der kun lidt at hente for erhvervsuddannelserne.

UB er udvikling over de seneste år af de tre faglige udvalg i et relateret projekt. Skolerne kan nu trække på digitale lærebøger, arbejdsbeskrivelser, elevopgaver og lærervejledninger, som er fælles for skolerne på de enkelte fagområder og tværfagligt. DDD i Aalborg i 2014 har bl.a. lagt vægt på erhvervsskolernes bidrag fx med opbygning af fysiske mock-up og AutoCad-tegninger til disse udført af erhvervsskoleelever. Den tredje digitale erfaring er med digital undervisning med tegning i AutoCad, og afholdelse af digitale svendepøver, som nu er total indført på alle tre uddannelsesområder.

Samlet er erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelserne klar og motiveret til den digitale udvikling, og som vist, er de kommet meget langt på mange områder. Dog opfattes udviklingen af CCS ikke at være målrettet dem, og det vil kræve en mere styret implementeringsproces, at få det realiseret her. Samtidig vil det sandsynligvis gå meget hurtigt med at forankre det i skolerne og de enkelte uddannelser, når en implementering officielt går i gang. Det er dog vigtigt, at man respekterer den styringsstruktur, som er anderledes for erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelserne end de tre videregående uddannelser.

8.3 Branchens behov for og effekt af BIM-kompetencer



Det har ikke været en opgave i projektet at se på branchens behov for BIM-kompetencer og -standards eller at analysere implementeringseffekt på BIM-indsatsen i branchen. Men flere af projektets deltagere har gennem forløbet ønsket at få en indsigt i virksomhedernes behov og krav, og hvilken effekt der kom ud af implementeringsindsatsen målt på kompetencer og de færdige bygværker.

BVU*net har derfor valgt i denne diskussion i kapitel 8 at samle nogle betragtninger herom.

Arkitektuddannelser

Som grundlag for planlægningen af uddannelsen på KADK har de interviewede fem arkitekter i København om deres behov. Det drejer sig som ansatte hos henholdsvis Hplus arkitekter, Zeso arkitekter, C. F. Møller og BIG. Spørgsmålene i interviewene var især målrettet tegnestuernes skitserings- og formgivningsfase, idet det især er denne, som man kan sammenligne med arkitektuddannelsen.

Ud fra interviewene kan man sammendrage følgende runde tal, som kan sammenlignes med de ønsker, som de studerende har, og som er behandlet nærmere i kapitel 7:

- Af skitseringsarbejdet udgjorde det analoge arbejde i gennemsnit 20 % (de studerende bruger 45 %).
- 50 % sagde ja til at de anvendte Revit i skitseringsfasen (10 % af de studerende anvender Revit eller tilsvarende).
- Alle havde arbejdet i grupper i de pågældende skitseprojekter (10 % af de studerende har arbejdet i grupper).
- Alle svarede ja til, at analog tegning er vigtig for idegenereringen (for studerende siger 55 % at det er værdsat).

De professionelle arkitekters udsagn om BIM-udviklingen og arkitektstudiet kan fx udtrykkes ved følgende citater fra interviewene:

"I det hele taget, mener jeg at arkitektstudiet i Danmark burde være mere teknisk og indrettet med et bedre øje for, hvad der foregår på tegnestuerne og i byggebranchen. Det er som om, at arkitektuddannelsen er sakket agterud på det tekniske plan de seneste tyve år."

"Man skal passe meget på, at man ikke kommer til at spille tid på noget som er ligegyldigt. Det tager tid at sidde og definere disse koder. Jeg kan under alle omstændigheder ikke se, hvorfor der skal undervises i cuneco på arkitektskolerne. Det virker ikke relevant."

"Man skal passe meget på, at sådan en type kode ikke kommer til at koste en masse tid i stedet for at spare en masse tid. Ofte sidder de skitserende arkitekter med en lang række modeller og projektforslag, som de udskifter løbende, og det giver ikke rigtig mening, at begynde at definere noget i BIM-sammenhæng - i hvert fald ikke med cuneco-kodning - før den sidste model skal afleveres videre 'downstream'. I den situation ville man nok bare sætte en bygningskonstruktør til at gennemkode modellen med cuneco-information."

"Arkitektskolerne skal selvfølgelig undervise i BIM, det er helt oplagt og meget vigtigt. Men jeg tror, at CCS kan man bare informere om, fortæl-

le hvad det er, og give nogle eksempler på, hvornår og hvordan det kan bruges. Jeg tror ikke, at man skal undervise i selve kodesproget, osv. Det giver ikke mening.”

Ingeniøruddannelser

Deltagerne fra ingeniørskolerne har givet efterfølgende betragtninger om implementeringen, men i projektforsløbet har der ikke været fokuseret på det, da det var forudsat at cuneco have dannet sig det nødvendige overblik.

Det anses for at være en udfordring, at udbrede cuneco-standarderne i vidt omfang førend disse er færdigbearbejdet. Det kræver mange ressourcer at skulle implementere standarder, og når de ikke er endeligt fastlagt og skal ændres i større grad året efter. Det er en tung opgave at implementere det i uddannelserne og udarbejde undervisningsmateriale dertil.

De standarder, som vurderes at give værdi i undervisningen og i virksomhederne, vil givet blive implementeret med tiden, men der er et stykke vej endnu. Dog vil de studerendes arbejde med området kunne have en positiv indflydelse på virksomhedernes viden om cuneco-standarderne. Denne indsigt har de fået gennem interview, ved rapportskrivning eller i forbindelse med virksomhedsophold. Dette anses for en implementeringsmetode, der har gode muligheder for at brede viden og øge forståelsen for vigtigheden af det digitale samarbejde og de processer, som ligger til grund for et succesfuldt samarbejde.

Konstruktøruddannelser

Deltagerne fra konstruktøruddannelsen har efterfølgende givet betragtninger om implementeringen, men i projektforsløbet har der ikke været fokuseret på det, da det var forudsat, at cuneco have dannet sig det nødvendige overblik.

I løbet af projektperioden er der, på VIA, oprettet et BIM Lab, der har til formål at udvikle og implementere BIM generelt på uddannelserne samt øge samarbejdet med det omkringliggende erhverv. I forlængelse heraf er der opbygget et lokalt netværk, BIM Horsens, med deltagelse af lokale rådgivere og udførende. Igennem dette netværk har der også i projektperioden været afholdt workshops for implementering af specielt cuneco-standarder. Igennem dette forløb har det været muligt at indsamle erfaringer om behov og krav til standarderne specielt.

Erfaringerne er dog ikke forskningsmæssigt korrekt dokumenteret, men det er helt klart indtrykket, at implementeringen af alle cuneco-standarderne byder på udfordringer. Fremkomsten af BIM 7 AA typekodning i slutningen af projektperioden har yderligere forstærket drøftelserne om Klassifikationens indpas. Der siges fx i beskrivelsen af denne typekodning <http://bim7aa.dk>:

”Typekodningen er en simpel og operationel kodningsstruktur af BIM-byggeobjekter baseret ud fra rådgiverens projekteringskrav, erfaringer, dansk byggeskik og ”best practice” fra komplekse til simple BIM-projekter”.

Konstruktøruddannelsen vil fortsat primært undervise i cuneco-standarder, men implementeringskomplekset vil stadig blive genstand for fortsatte undersøgelser i kommende specialer fra studerende, hvor alle tiltag vil blive fulgt og vurderet.

Erhvervsuddannelser

Deltagerne fra erhvervsuddannelsen har givet efterfølgende betragtninger om implementeringen. Også her har der ikke været fokus på dette punkt i projektforsløbet.

Implementering af digitale standarder i erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelser fordrer en analyse af, hvad de udførende i byggeriet har behov for at lære. Analysen vil kunne afdække, hvorvidt de nuværende uddannelsesordninger og målbeskrivelser er dækkende og giver rum til at undervise i nye digitale standarder og redskaber på skolerne. De faglige udvalg og efteruddannelsesudvalg kan på denne måde tage stilling til udviklingsbehovet. Det gælder både nyudvikling af uddannelser, undervisningsmaterialer og faglæreruddannelse, som kan omsættes til relevant undervisning på erhvervsskolerne.

Der er så vidt vides ikke gennemført sådanne analyser af behov og ej heller af effekten af de gennemførte digitale initiativer. Det bør der lægges vægt på i fremtiden, for bedre at kunne tilrettelægge BIM- og tværfaglig uddannelse. Her tænkes fx på overgangen til de videregående uddannelser, som det fx er diskuteret i Damvad-rapporten (Damvad, 2012). Rapporten er udført for Ministeriet for Børn og Undervisning i samarbejde med Byggeriets Uddannelser, og heri skrives bl.a.:

- At Erhvervsskoler og videregående uddannelser bør styrke arbejdet med at skabe gode overgange, og at det gælder begge parter.
- At der er gode muligheder for at øge samarbejder mellem erhvervsskoler og de videregående uddannelser.

cuneco målsætninger og analyser

Som det fremgår af kapitel 2 har det også været en af ambitionerne med cuneco-projektet, at standarderne skal implementeres i erhvervet, og effekten skal måles. Fx var det målsætningen, at standarderne skulle være brugervenlige og it-egnede, og at de skulle være kompatible med nationale og internationale standarder. cuneco har også en målsætning om at afprøve og dokumentere effekten af de fire indsatsområder i konkrete afprøvningsprojekter. Dette ønske har baggrund i, at de offentlige myndigheder og branchen forventer, at digitaliseringen vil give en produktivetsgevinst i byggeriet.

Den forventede effekt af digitaliseringen fik Erhvervs- og Byggestyrelsen bl.a. klarlagt i Cowi-analyser fra 2009 (Cowi, 2009), hvor de fx skriver:

"Samlet set viser tabellen, at der er potentielle gevinster på ca. 17 milliarder. kr. årligt. Foruden disse gevinster vil etablering af den digitale infrastruktur have en lang række andre fordele, hvoraf bl.a. kan nævnes bedre overblik og håndtering af informationer om bygningerne og øget optimering af bygningsdriften grundet større gennemsigtighed i branchen med mulighed for benchmarking m.m."

I sin store analyse af Danmarks produktivetsproblemer ser Produktivitetskommissionen også på effektmålinger som et virkemiddel både i uddannelse og innovation. De anbefaler bl.a. for det tværgående i uddannelsessystemet og på innovationsområdet (Produktivtetskommissionen, 2014):

"At reformer af uddannelsessystemet fremover sigter mod at hæve elevers og studerendes faglige niveau, og at der fokuseres på de kompetencer, der er anvendelige på arbejdsmarkedet."

"At indsatsen for at måle effekterne af ordningerne i innovationssystemet opprioriteres væsentligt. Opstilling af systematiske effektkæder bruges som værktøj til at evaluere og sikre logisk sammenhæng i ordningerne."

Relation til ministerier og tilsynsforhold for uddannelsesområderne

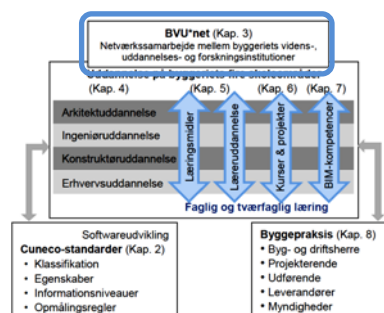
En problemstilling, som er blevet klarlagt under projektets gennemførelse, er de forskellige tilsynsforhold, som de videregående uddannelser har i forhold

til erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelserne. Erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelser (EUD og AMU) hører ind under Undervisningsministeriet (UVM), som også er ministerium for folkeskoler, frie grundskoler, gymnasiale uddannelser og uddannelse af voksne. På EUD og AMU fastlægger de faglige udvalg og efteruddannelsesudvalg målsætninger og fører det praktiske tilsyn med uddannelsen. I modsætning hertil hører arkitekt-, ingeniør- og konstruktøruddannelserne som videregående uddannelse ind under Uddannelses- og Forskningsministeriet (UFM). Her varetages akkrediteringsopgaven af Danmarks Akkrediteringsinstitution, som er en styrelse under UFM. Dvs. at de overordnede rammer for fastsættelse af kompetencemål, godkendelse af uddannelser og tilsyn er væsentligt forskellige for de to uddannelsesområder. Men samtidig er de også under forandring mod mere stram styring.

Der er også krav fra forskellige myndigheder indenfor byggelovgivning og forskellige bygningskategorier, som uddannelserne der skal tages hensyn til. Disse er dog fælles for de to uddannelsesområder. Byggelovgivning i form af fx Bygningsreglementet administreres af Energistyrelsen under Klima-, Energi- og Bygningsministeriet (KEBMIN). Offentligt byggeri (staten, regioner og kommuner) herunder IKT-bekendtgørelse for offentligt byggeri administreres af Bygningsstyrelsen også under Klima-, Energi- og Bygningsministeriet (KEBMIN). Mens alment byggeri og herunder IKT-bekendtgørelse for alment byggeri har Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter (MNNL) som ressource ministerium. Udviklingen i cuneco-projektet er støtte af det offentlige med midler fra bl.a. Den Europæiske Fond for Regionaludvikling, hvor den danske del ligger under Erhvervsstyrelsen i Erhvervs- og Vækstministeriet (EVM).

Selvom disse relationer ikke har været behandlet direkte i projektforsløbet eller har været en opgave for projektet at analysere, så har det for de enkelte deltagere dog været en ramme, man har haft øje for, når undervisning og praksisprojekter for de studerende skulle tilrettelægges. Det vil desuden være vigtigt ved fremtidige innovationsprojekter, som uddannelsesinstitutionerne deltager i, at disse relationer til de mange forskellige myndigheder inkluderes i planlægning af kommende projekter.

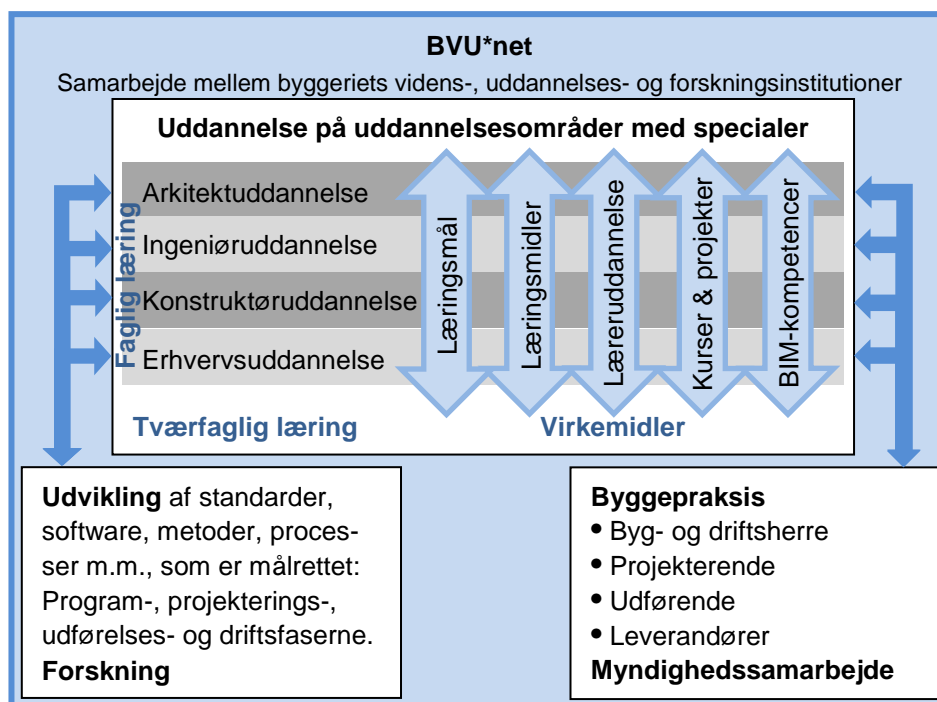
8.4 BVU*net og tværfagligt udviklingssamarbejde



Vi vil til slut sammendrage erfaringerne fra de foregående diskussioner og prøve at lægge rammerne for en diskussion af BVU*nets fremtidige udviklingsmuligheder. Denne diskussion er en vigtig opgave for BVU*net, som foreningen har haft til opgave at få løst i projektet. Det skal dog bemærkes, at denne diskussion ikke er en vurdering af den øvrige indsats i cuneco.

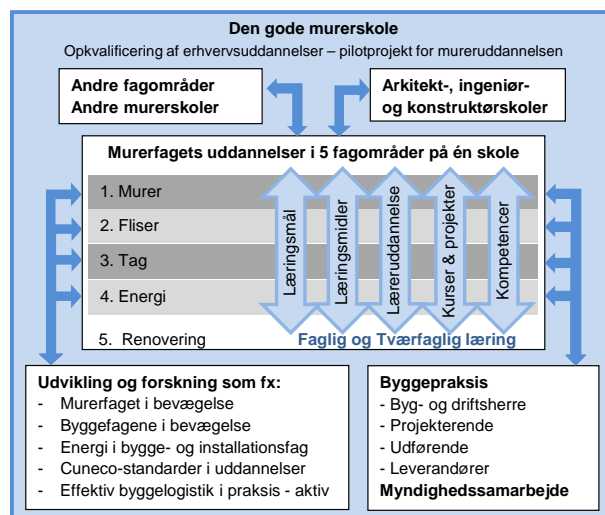
Denne diskussion tager udgangspunkt i de foreslåede ændringer til modellen i figur 2, som omfatter fire punkter, der er indarbejdet i den reviderede model i figur 12. For det første er de fire uddannelsesområder opdelt i specialer, som hver også har deres forskellige tilgang til standarder, applikationer og metoder m.m. Se eksempel på dette fra murerfaget i figur 13. For det andet er det tilføjet et femte virkemiddel 'Læringsmål', som starter rækken af virkemidler, og som evalueringen af BIM-kompetencerne vurderes ud fra. Dette punkt er dog først kommet sent ind i projektarbejdet, hvorfor der kun er få diskussioner heraf. For det tredje er faglig og tværfaglig læring tydeligt adskilt, så den tværfaglige læring får sit eget selvstændige spor parallelt

med de fire faglige spor for arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelsen. For det fjerde kommer udviklingsdelen nederst til venstre også til at indeholde anden udvikling end standarder, og de målrettes samtidig byggeriernes forskellige fase understøttes af forskning.



Figur 12. Forslag til diskussionsramme for det fremtidige samarbejde i BVU*net om udvikling, faglig og tværfaglig læring i uddannelserne samt samarbejde med byggepraksis og myndigheder.

Figur 13. Innovationsmodellen anvendt fx i et nyt projekt 'Den gode murerskole' om opkvalificering af mureruddannelsen, som er en erhvervsuddannelse med 5 fagområder/specialer. Uddannelsen på en given murerskole er relateret til den aktuelle udvikling og forskning på området (nederst til venstre) og til samarbejdet med andre uddannelser og skoler (øverst).



Udvikling af standarder, software og andet

I forhold til udviklingen af de fire cuneco-standarder kan der ved projektets afslutning sammendrages følgende erfaringer, som BVU*net kan arbejde videre i forhold til:

- At de konkurrerer med europæiske (CEN- og CENELEC-standard) og internationale (ISO- og IEC-standard) standarder om definitioner og anvendelse i praksis.
- At de kæmper mod andre danske de-facto standarder (branchestandarder) om at få størst praktisk udbredelse i danske virksomheder og på danske byggerier.

- At deres implementering i BIM-applikationer primært er som beskrivelser og kun i begrænset form er integreret i dem, så der sikres automatisk integration og dataoverførsel mellem dem.
- At uddannelserne mangler praktiske og evaluerede eksempler, som kan anvendes i arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelserne indenfor de forskellige fagdiscipliner og kurser de hver udbyder, og som kan vise standardernes og aktuelle softwareapplikationers udbredelse.

På disse områder vil BVU*net og byggeriets videns-, uddannelses- og forskningsinstitutioner i fremtiden have mulighed for at bidrage til i fælles projekter om udvikling af standarder, software og andet.

Udviklingen kan fx målrettes byggeriernes enkelte faser (idé-, program-, projekterings-, udførelses- og driftsfaser) fælles for de aktuelle aktører. Udviklingen kan også målrettes forskellige temaområder på tværs af faserne, hvor BIM integreres i de enkelte processer. BVU*net har fx arbejdet med projekter og ideer indenfor følgende temaområder, som der kunne arbejdes videre med i fælles projekter som fx: Bygningsrenovering, bygherrekrav og programmering, byggelogistik og byggeledelse.

Uddannelse med faglig og tværfaglig læring

Med baggrund i ovenstående diskussion af implementeringen på de fire uddannelsesområder er der i tabel 5 givet et sammendrag af indsatsen. Som det ses af figur 14 er udviklingsindsatsen lagt forskelligt for de fire uddannelsesområder, men de dækker alligevel flere, men ikke alle dele i byggeriets processer og faser. Det er vigtigt at bemærke, at der er forskel mellem de fire uddannelsesområder, men at der også er forskel på, hvordan BIM håndteres i de enkelte uddannelsesområders forskellige fagdiscipliner og specialer.

Ved afslutningen af projektet fremstår nogle væsentlige udfordringer for den fremtidige udvikling, som de fire uddannelsesområder har udtrykt. Disse er i det efterfølgende samlet under fem hovedpunkter fra modellen i figur 12:

Udvikling af standarder og software

- cuneco-standarder er et strukturerende værktøj, som skal underlægge sig fagenes behov.
- Fagdiscipliner og specialer har behov for at forstå og lære om tværfaglige kompetencer i klassifikation mv.
- Standarder skal integreres i BIM-applikationer med sikker dataoverførsel.

Læringsmidler

- Fælles digitalt undervisningsmateriale med praktiske projektopgaver.
- Engelsk undervisningsmateriale mv. og international praksis.
- BIM-Lab med mobilt anlæg til live streaming af projekterfaringer.

Læreruddannelse

- Løbende Skypemøder udvikler fælles forståelse og holdninger.
- BIM-gruppe til behandling af viden og koordinering af læreruddannelse.
- Tværfaglig uddannelse i BIM-koordinering og informatikledelse.

Kurser og projekter

- Uddannelse tager udgangspunkt i fagdiscipliner med aktuelle software.
- Digitalisering og samarbejde skal lægges ind i alle lag af BIM.
- Objektklassifikation, egenskaber og informationsniveauer procestrænes.

BIM-kompetencer

- BIM assimileres ind i projektopgaver og påvirker arbejdsprocesser.
- Samarbejdet med virksomheder og byggeeksempler udbygges.
- Incitamenter for tværfagligt samarbejde og innovation på projektet.

Som det er angivet i kapitel 3, er der afholdt fem fælles workshops for de fire delprojektet for arkitekt-, ingeniør-, konstruktør, og erhvervsuddannelserne. Herigennem er der sikret et tværfagligt samarbejde og erfaringsudveksling

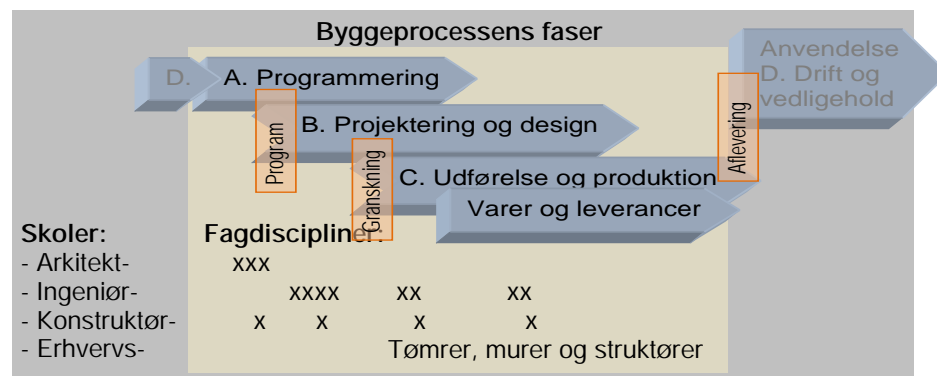
om læringsmidler, læreruddannelse, kurser og projektet samt indhold i BIM-kompetencer. Der er givet status for de enkelte delprojekter og aktiviteter, og deltagerne er blevet inspireret af de øvrige uddannelsers implementering.

Uddannelsesområder	Læ-	Lærer-	Kurser	Kom-
Fagdiscipliner	rings-	uddan-	og pro-	peten-
Udviklingsopgaver	midler	dan-	jekter	cer
		nelse		
Arkitektuddannelse				
Formgivning i programmering med BIM			x	
Arkitektkonkurrencer med BIM			x	
Nyt kompendium med opgaver udviklet	x			
Samarbejde mellem to skoler og tegnestuer		x		
Formgivning er vigtigst for arkitekter			x	
Behovsanalyse af studerende og tegnestuer				x
Ingeniøruddannelse				
Bærende konstruktioner			x	
Energi og indeklima			x	
Mængdeudtræk og kalkulationstilbud			x	
Byggeproces og informationsudveksling			x	
Behov for engelsk undervisningsmateriale	!			
Behov for internationale analyseartikler	!			
Skype-møder har givet samlet forståelse		x		
Rapporter og analyser vigtige for ingeniører			x	
BIM-kompetencer tilpasset fagene				x
Konstruktøruddannelse				
BIM i de syv semestre på fem fokusområder			x	
cuneco-materiale og mobil BIM-Lab	x			
Færdige standarder integreres fremadrettet	?			
Læreruddannelse i BIM-gruppe i VIA		xx		
Koordinering med andre fag og helhed vigtig			x	
KEA's BIM-Byen meget anvendt af firmaer				x
Erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelse				
Uddannelse af tømrer, murere og struktører			x	
Analyse af muligheder for udvalg og skoler	x	x	x	x
Eksempel: Fælles digital undervisningsbank	x			
Eksempel: Construction College i Aalborg		x		
Eksempel: AutoCad og digital svendeprøve			x	
Eksempel: De Digitale Dage i Aalborg 2014				x

Tabel 5. De fire uddannelsesområders indsats i implementering af cuneco-standarderne i uddannelserne set i forhold til læringsmidler, læreruddannelse, kurser, projekter og BIM-kompetencer jf. figur 12.

Fremadrettet vil BVU*net også kunne samle uddannelsesinstitutionerne indenfor og på tværs af uddannelsesområder om erfaringsoverføring og fælles projekter. I det daglige vil det kunne udgøre et fælles rum, hvor udvikling, udfordringer og faglige interesser kan udleves og deles. De enkelte grupper vil med fordel kunne fortsætte og udvides med flere skole- og virksomhedsrepræsentanter.

Fx blev der på en workshop på tværs af uddannelserne diskuteret, hvilke uddannelsesområder, der lærer de studerende hvad. I dette perspektiv, vil det fremadrettet være muligt at have kendskab til, hvor de studerende får hvilke kompetencer, og hvor der mangler kompetencer. Der er altså potentiale for en koordinering af, hvor man har sine indsatsområder, og hvad man på de enkelte uddannelser lærer de studerende. Herved vil kompetencerne stige og uddannelserne får et fornuftigt overlap, som vil understøtte, at branchens parter også kan blive bedre til at kommunikere med hinanden.



Figur 14. I implementering af CCS i byggeriets uddannelser er der på de fire uddannelsesområder arbejdet med de angivne fagdiscipliner i forhold til byggeriets forskellige processer og faser. Se nærmere beskrivelse ovenover og i tabel 5.

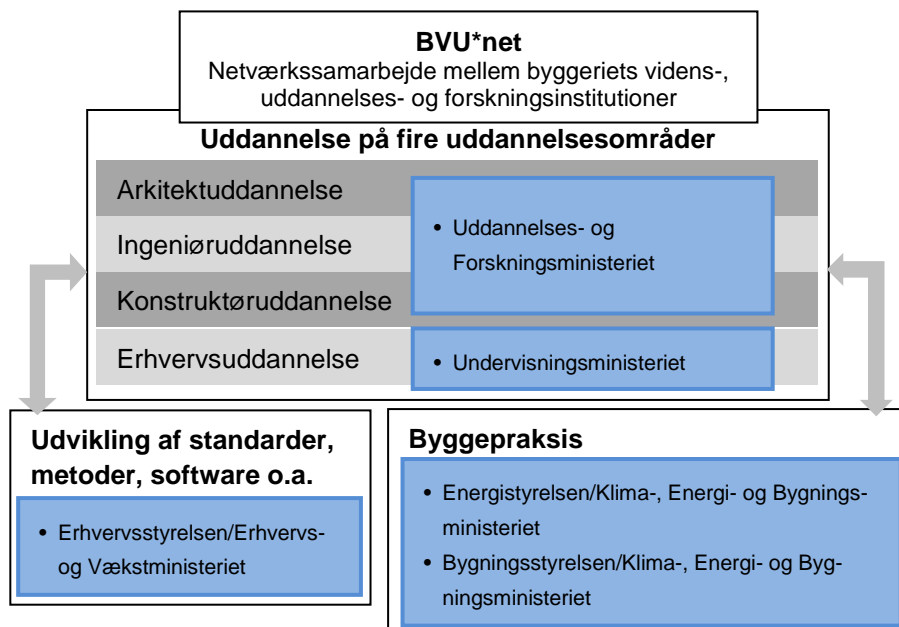
BVU*net har derfor gode muligheder for at fortsætte dette tværfaglige samarbejde med de fire uddannelsesområder og deres fagdiscipliner. Det kan fx ske gennem ajourføring af hjemmesiden, temagrupper, medlemsmøder og nye udviklingsprojekter efter uddannelsesinstitutionernes behov, når cuneco-projektet er lukket.

Byggepraksis og myndighedssamarbejde

I projektet var arbejdet med udvikling af byggepraksis nedprioriteret, da det blev varetaget af et andet delprojekt i cuneco. Den foregående diskussion har vist, at der i fremtiden nok vil være et behov for, at uddannelsesinstitutionerne involverer sig med i behovs- og effektanalyser i byggebranchen. Herigennem opnå de et bedre kendskab til deres aftagere, og de får bedre mulighed for at inddrage gode byggesager i undervisningen. Videns-, uddannelses- og forskningsinstitutioner kan derfor med fordel gå sammen om:

- Analyser af behov for BIM-kompetencer hos byggeriets aktører (byg- og driftsherre, projekterende, udførende og leverandører).
- Udbredelse af kompetencer til den største del af branchens virksomheder og byggerier gennem fx træning i virksomheder og på byggesager.
- Indhentning af projekterfaring og eksempler til undervisningen herunder træning af virksomhedsmedarbejdere i ledelse af uddannelse samt fremlæggelse af erfaringer ved forelæsninger.
- Evaluering af effekten af bedre kompetencer på fx byggeriernes kvalitet og virksomhedernes produktivitet.
- Sammenligning af brancheeffekter med studenternes kompetencer, og hvilke uddannelsesinstitutioner der udbyder hvad, samt om der mangler udbud i forhold til de forskellige faser og fagtemaer.

Disse samarbejdsområder kunne BVU*net med fordel være katalysator for og samle parterne i et konstruktivt samarbejde. Det kræver en formidlingsindsats overfor virksomhederne og praktiske resultater, som viser fordele for virksomhederne. En anden væsentlig formidlingsopgave er i forhold til de forskellige styrelser og myndigheder, som sætter rammerne for byggeriets forskning, udvikling, uddannelse og byggepraksis. Som det ses af figur 15 kan det dreje sig om mindst seks forskellige styrelser/ministerier, men regioner og kommuner kan også være målgruppe for et tættere samarbejde



Figur 15. Eksempel på seks styrelser/ministerier der sætter de lovgivnings- og kravmæssige rammer for udvikling, uddannelse og byggepraksis i forhold til BIM, og som der bør samarbejdes med i fremtiden.

9. Konklusion og perspektiver for fremtidig udvikling

cuneco har fået til opgave af Erhvervs- og Byggestyrelsen (EBST) at færdigudvikle de fire fælles cuneco-standarder - Klassifikation, Egenskaber, Informationsniveauer og Opmålingsregler - i perioden fra 2011-14. Målsætningen var desuden at afprøve og dokumentere effekten af de fire indsatsområder i konkrete afprøvningsprojekter. Implementeringen er sket i byggeriets virksomheder og uddannelser, og den sidste opgave har BVU*net stået for.

BVU*net er et netværkssamarbejde mellem byggeriets videns-, uddannelses- og forskningsinstitutioner, som blev stiftet den 13. januar 2011, og som er samarbejdspart i ansøgningen til cuneco-projektet. Gennem cuneco-projekt 17011 'Metoder til implementering i uddannelser' og cuneco-projekt 17021 'Gennemførelser af implementering i uddannelser' har BVU*net bidraget til cuneco-projektet. BVU*net har stået for koordineringen og kvalitetssikringen af implementering i uddannelserne, som er gennemført af uddannelsesinstitutioner på de fire uddannelsesområder: Arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelse. Projekt 17011, som er grundlag for projekt 17021, er afsluttet og beskrevet i SBi 2013:18 'Uddannelse i cuneco-standarder og -værktøjer – Del 1: Strategi, metode og udviklingsmål for implementering på skoler'.

Projekt 17201, hvis resultater er beskrevet i denne rapport, er gennemført i fem delprojekter, hvor de fire første er delprojekter for hver af de fire uddannelsesområder. Det femte og sidste delprojekt er gennemført af BVU*nets bestyrelse, og det har haft til formål at etablere og drive BVU*net i perioden 2011-14 samt at lægge grunden for foreningens fremtidige drift. For at styrke det tværfaglige samarbejde mellem uddannelsesområderne er der etableret en hjemmeside, og på medlemsmøder er udvikling og regional forankring drøftet og udviklet.

Der har været meget stor forskel mellem de fire uddannelsesområders tilgang til implementeringen. For arkitektuddannelsen har der været arbejdet med to nye kurser på uddannelsesinstitutionerne i København og Aarhus med fokus på den tidlige formgivning og projektkonkurrencer samt de studerendes og arkitekternes behov for BIM-kompetencer. For ingeniøruddannelserne har der været arbejdet for at styrke samarbejdet mellem ingeniøruddannelsesinstitutionerne, og man har arbejdet med fire 'tunge' ingeniørdiscipliner og læreruddannelse som særlige implementeringsområder. For konstruktøruddannelserne har der været arbejdet med udvikling af læringsmetoder og uddannelse af undervisere i BIM-gruppen på VIA i Horsens, Aarhus og Holstebro, og der er samarbejdet med Københavns Erhvervsakademi (KEA) i workshops. For erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelser har der været arbejdet med vurdering af behov for tre faglige udvalg under Byggeriets Uddannelser, og de praktiske muligheder for skolerne er illustreret gennem Construction College Aalborg.

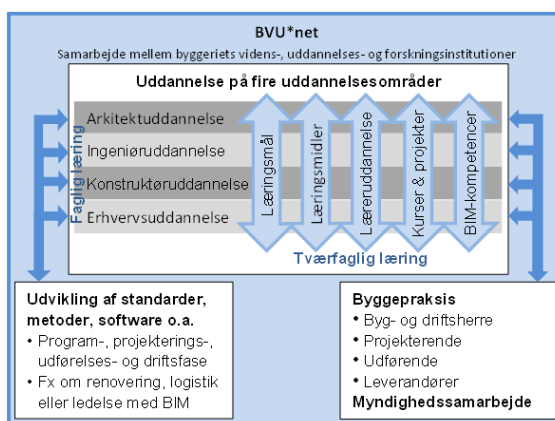
Gennem implementeringen i uddannelserne er der indhøstet erfaringer indenfor de fire uddannelsesområder med udarbejdelse af læringsmidler, læreruddannelse og pædagogiske metoder. Hvert uddannelsesområde har vægtet deres indsats i forhold deres egne prioriteringer i delprojekterne, men tilsammen dækkes de centrale rammer for en god BIM-undervisning. For ar-

kitektuddannelsen er der beskrevet et nyt kompendiemateriale til et nyt BIM-kursus med brug af bl.a. Revit, som er gennemført på KADK. For ingeniør-uddannelserne, som også omfatter cand. scient. techn. uddannelser, har man udarbejdet supplerende undervisningsmateriale til cuneco-præsentationer og udarbejdet fire uddybende artikler. På konstruktørskolerne på VIA University College i Horsens, Aarhus og Holstebro er der gennem en ny BIM-gruppe arbejdet med læreruddannelse understøttet af et nyt mobilt BIM-Lab. På erhvervsuddannelserne er der arbejdet med behovsanalyser og de faglige udvalgs krav til BIM-kompetencer. Det er illustreret med fælles digital Undervisningsbank og uddannelse på Construction College Aalborg.

I implementeringen er der også indhøstet erfaringer med gennemførelse af nye og reviderede kurser og projekter, hvor cuneco-standarderne er blevet introduceret og diskuteret. Til arkitektuddannelsen er der på KADK udviklet et nyt BIM-kursus i tidlig formgivning og på AAA et nyt 14-dages kursus i projektkonkurrencer. I ingeniøruddannelserne har fokus været på fire 'tunge' ingeniørdiscipliner: Bærende konstruktioner, indeklima og energi, mængdeudtræk og kalkulationer samt processer og informationsniveauer. På konstruktørskolerne har underviserne på VIA i Horsens, Aarhus og Holstebro vejledt de studerende om cuneco-standarderne i deres specialeprojekter. På KEA er der gennemført to workshops for 2. semester studerende i implementering af cuneco-standarderne i deres projekter. På erhvervsskolerne er der lavet en analyse af mulighederne for at udbygge BIM-uddannelserne med standarderne i tværfagligt samarbejde, som bl.a. er illustreret med eksempel fra De Digitale Dage i Aalborg i 2014.

I implementeringen er også arbejdet med beskrivelse af de studerendes behov for BIM-kompetencer herunder anvendelsen af cuneco-standarder og BIM-applikationer i deres uddannelse. I tilknytning hertil er beskrevet de studerendes egne initiativer, som kan bidrage til den generelle udvikling af BIM i byggebranchen. Fx har arkitektuddannelsen lavet en spørgeskemaundersøgelse blandt 487 studerende i København og Aarhus. BIMbyen, som drives af de studerende på KEA, har været skolens omdrejningspunkt for implementeringen af standarderne i et samarbejde mellem undervisere, studerende og firmaer.

De indhøstede erfaringer er sidst i rapporten diskuteret i forhold til, hvordan de bidrager til en bedre byggepraksis og videreudvikling af BVU*net. Det er sket med reference til modellen i figur 12, som er gengivet til højre. Modellen viser, hvordan udvikling omsættes til byggepraksis gennem de fire uddannelsesområder og deres fagdiscipliner, og at der skal samarbejdes tværfagligt om læringsmål, læringsmidler, læreruddannelse, kurser & projektet samt BIM-kompetencer. Sidst er diskussionen samlet i forslag til fremtidigt samarbejde og videreudviklingen af BVU*net.



Ved projektets afslutning var de fire CCS-standarder i konkurrence med europæiske (CEN- og CENELEC-standard) og internationale (ISO- og IEC-standard) standarder om definitioner, og de kæmper mod andre danske de facto standarder (branchestandarder) om størst udbredelse i Danmark. Deres implementering i BIM-software blev kun til beskrivelser, og uddannelserne mangler software, som var integreret og automatisk kunne overføre data.

De fire uddannelsesområders forskellige fagdiscipliner manglede også praktiske projekteksempler, som kunne anvendes i undervisningen og vise cuneco-standarders og aktuelle softwareapplikationers udbredelse.

BVU*net og byggeriets videns-, uddannelses- og forskningsinstitutioner vil i fremtiden kunne bidrage til fortsat udvikling af BIM-standarder og software på disse og andre områder gennem fælles projekter. Udviklingen kan fx målrettes byggeriernes enkelte faser (idé-, program-, projekterings-, udførelses- og driftsfaser) for de aktuelle aktører. Udviklingen kan også målrettes forskellige temaområder på tværs af faserne og aktørerne, hvor BIM er integreret i de enkelte processer. BVU*net har også mulighed for at arbejde med projekter og ideer indenfor andre temaområder som fx: Bygningsrenovering, bygherrekrav, byggepolitik og byggeledelse.

Det er vigtigt at forstå, at de fire uddannelsesområder har forskellige behov for implementering, som skal tilgodeses, men at der også er behov for løbende koordinering, hvis byggeriet skal have effekt af de nye BIM-kompetencer. Det er også vigtigt at bemærke, at der også er forskel på, hvordan BIM og cuneco-standarder håndteres i uddannelsesområdernes forskellige fagdiscipliner og specialer.

Ved afslutningen af projektet fremstår følgende væsentlige udfordringer for den fremtidige udvikling, som de fire uddannelsesområder kan bidrage til:

Udvikling af standarder og software

- cuneco-standarder er et strukturerende værktøj, som skal underlægge sig fagenes behov.
- Fagdiscipliner og specialer har behov for at forstå og lære om tværfaglig viden om klassifikation mv.
- Standarder skal integreres i BIM-applikationer med sikker dataoverførsel.

Læringsmidler

- Fælles digitalt undervisningsmateriale med praktiske projektopgaver.
- Engelsk undervisningsmateriale og internationale praksis eksempler.
- BIM-Lab med mobilt anlæg til live streaming af projekterfaringer.

Læreruddannelse

- Løbende Skypemøder udvikler fælles forståelse og holdninger.
- BIM-gruppe til behandling af viden og koordinering af læreruddannelse.
- Tværfaglig uddannelse i BIM-koordinering og informatikledelse.

Kurser og projekter

- Uddannelse tager udgangspunkt i fagdiscipliner med aktuelle software.
- Digitalisering og samarbejde skal lægges ind i alle lag af BIM.
- Objektklassifikation, egenskaber og informationsniveauer processeres.

BIM-kompetencer

- BIM assimileres ind i projektopgaver og påvirker arbejdsprocesser.
- Samarbejdet med virksomheder og byggeeksempler udbygges.
- Incitament for tværfagligt samarbejde og innovation på projekter.

Fremadrettet vil BVU*net også kunne samle uddannelsesinstitutionerne indenfor og på tværs af uddannelsesområder om erfaringsoverføring og fælles workshops og projekter. I det daglige vil det kunne udgøre et fælles rum, hvor udvikling, udfordringer og faglige interesser kan udleveres og deles. De enkelte grupper vil med fordel kunne fortsætte og udvides med flere skole- og virksomhedsrepræsentanter. BVU*net har derfor gode muligheder for at fortsætte det tværfaglige samarbejde mellem de fire uddannelsesområder og deres fagdiscipliner og specialer. Det kan fx ske gennem ajourføring af hjemmesiden, temagrupper, workshops og udviklingsprojekter efter uddannelsesinstitutionernes behov.

Litteratur og henvisninger

Bertelsen, N. H.; Thygesen, M. K.; Bro, R. Z. og Spaziani, C. (2013). *Uddannelse i cuneco-standarder og -værktøjer – Del 1: Strategi, metode og udviklingsmål for implementering på skoler*. Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet København, København, SBI 2013:18, juni 2013, www.sbi.dk.

Cowi (2009). *Digital forvaltning af bygninger fra vugge til grav*. Cowi, Lyngby, udarbejdet for Erhvervs- og Byggestyrelsen, Juni 2009.

cuneco (2014a). *cuneco hjemmeside* <http://cuneco.dk/vaerktoejer>. Med log-in også adgang til <http://cunecoclassification.dk/>. cuneco, bips, Herlev, www.bips.dk, december 2014.

cuneco (2014b). *CCS Klasser af egenskaber*. cuneco, bips, Herlev, www.bips.dk, oktober 2014.

cuneco (2014c). *CCS Identifikation*. cuneco, bips, Herlev, www.bips.dk, august 2014.

cuneco (2014d). *CCS Informationsniveauer*. cuneco, bips, Herlev, www.bips.dk, januar 2014.

DBK (2007). *Dansk byggeklassifikation*. Rambøll, København, version 1.0.

Damvad (2012). *Fra erhvervsuddannelse inden for bygge og anlæg til videregående uddannelse*. Damvad A/S, København, analysen er udarbejdet for Ministeriet for Børn og Undervisning i samarbejde med Byggeriets Uddannelser.

LBF (2009). *Forvaltnings Klassifikation*. KL og Landsbyggefonden (LBF), København, version 1.0, august 2009.

ISO 12006-2 (2013). *Building construction - Organization of information about construction works - Part 2: Framework for classification of information: Committee Draft (CD) 2013*.

Produktivitetskommissionen (2014). *Det handler om velstand og velfærd – Slutrapport*. Produktivitetskommissionen, København.

VIA Horsens (2014). Afholdte workshops og konferencer:
<http://openviauc.dk/index.php/conferences-guidelines-presentations-dk-eng/143-bim-konference>
<http://openviauc.dk/index.php/conferences-guidelines-presentations-dk-eng/295-bim-konference-cuneco-og-spine>
<http://openviauc.dk/index.php/conferences-guidelines-presentations-dk-eng/309-bim-lab-workshop-ccs-spine-onsdag-19-februar-2014>
<http://openviauc.dk/index.php/conferences-guidelines-presentations-dk-eng/315-bim-konference-bim-fra-tegnestue-til-byggeplads>
<http://openviauc.dk/index.php/conferences-guidelines-presentations-dk-eng/291-bim-solibri>

Bilag A. cuneco-standarder og -værktøjer

Projekter gennemført i cuneco

cuneco har gennemført en række projekter, hvis resultater til sammen danner branchens fælles grundlag for digitaliseret samarbejde i byggeri, anlæg og drift. Nærmere herom: [ccs_en_helhedsbetragtning - 01.02.2014.pdf](#)

cuneco udfører projekter inden for fire på forhånd udpegede områder: Klassifikation, egenskabsdata, informationsniveauer og opmålingsregler. Inden for hvert af disse områder er der gennemført flere udviklingsprojekter, som er vist i det efterfølgende.

[Få overblik over de enkelte dele af CCS](#)

Behovsanalyse

[10 011 Behovsanalyse](#)

Klassifikation

[11 011 Afklaring af struktur og kode for bygningsdele](#)

[11 061 Begrebsmodel for ressourcedomæne](#)

[11 081 Input til revision af ISO 12006-2](#)

[11 091 Klassifikation af bygværker og rum](#)

[11 101 Klassifikation af bygningsdele](#)

[11 111 Fagligt arbejde vedrørende revision af ISO 12006-2](#)

[11 151 Klassifikation af ressourcer](#)

Egenskaber

[12 011 Afklaring af struktur og metode for egenskabsdata](#)

[12 021 Egenskabsdata for rum](#)

[12 061 Klassifikation af egenskaber](#)

Informationsniveauer

[13 011 Metode og struktur for informationsniveauer](#)

[13 031 Informationer for aflevering til drift](#)

[13 041 Klassifikation af formålsgruppering \(tidligere 'views'\)](#)

Opmålingsregler

[14 021 Digitale tilbudslistor](#)

[14 031 Specifikation af data til tilbudsgivning](#)

[14 041 Specifikation af måleregler](#)

Afprøvningsprojekter

[15 011 Afprøvningsprojekt - Det Nye Hospital i Vest](#)

[15 031 Afprøvningsprojekt: CCS Klasifikation af areal-IDM på DTU](#)

[15 061 Afprøvningsprojekt: CCS Informationsniveauer på De Digitale Dage 2013](#)

[15 061 Afprøvningsprojekt: CCS og Spine på De Digitale Dage 2014](#)

[15 091 Afprøvning af CCS for landskabsobjekter](#)

Implementeringsprojekter

[16 011 Metode for implementering i virksomheder](#)

[17 021 Implementering i byggeriets uddannelser](#)

"cuneco-serveren" - Byggeriets Digitale Stamdata

[19 041 Grundlag for Byggeriets Digitale Stamdata](#)

[19 051 Byggeriets begrebskatalog på web](#)

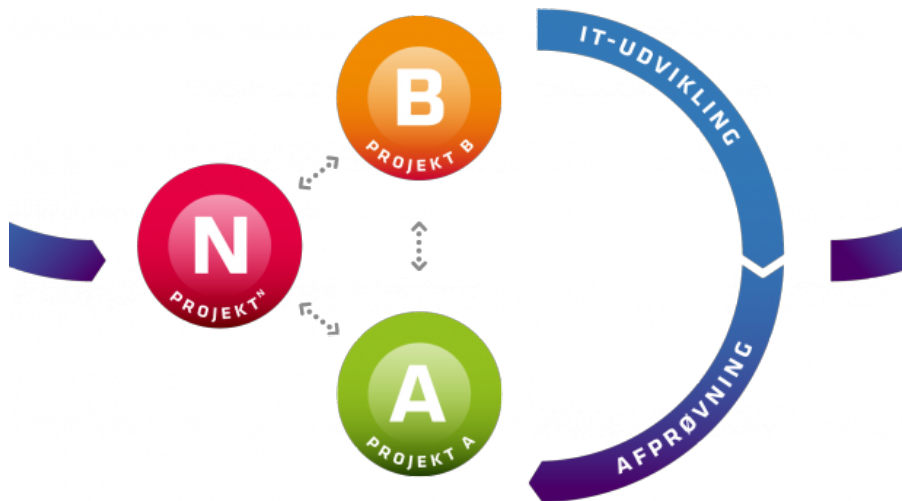


Illustration: Flemming Vestergaard, DTU

Software som cuneco-standarder er implementeret i

cuneco har udgivet et notat henvendt til softwarevirksomheder, der vil implementere CCS. Det beskriver syntaksen til den webservice, der kan returnere CCS-tabellerne fra webserveren.

Følgende software er CCS implementeret i:

Betech Data

[Spine, CCS-plugin til Revit](#)

BIM Equity

[ArchiCAD](#) (CCS implementeres i version 18)

BIM Shark

[BIM Shark](#)

CodeGroup

[Sigma Estimates](#)

Dalux

[DaluxFM](#)

[Dalux Bygningsdele](#)

[Dalux Field](#)

[Dalux BIM checker](#)

Exigo Consult

[IssMan](#)

[Vico Office](#)

IKT:knowhow

[4Project Projectweb](#)

[4Project BIM Center](#)

[4Project Ejendomweb](#)

MainManager

[MainManager](#) (CCS implementeres i version 11.1.4)

NTI CADcenter

[TI Tools](#)

[MDoc](#)

[Mdoc FM](#)

[NTI BIPS Nummergenerator](#)

[Bdoc](#)

[MagiCAD](#)

Bilag B. Oversigt over publikationer fra cuneco

	Publikation/Materiale	Fagligt indhold
1.	Klassifikation	
1.1	CCS Identifikation- Regler, definitioner og eksempler	Kodning af identifikation af bygge-objekt
1.2	CCS Klassifikation af bygværker	Klassifikation af bygværker
1.3	CCS Klassifikation af bygningsdele	Klassifikation af bygningsdele
1.4	CCS Klassifikation af ressourcer	Klassifikation af ressourcer
1.5	Bygningsdele (R0)	Tabel over bygningsdele
1.6	Rum (R0)	Tabel over rum
1.7	Bygværker (R0)	Tabel over bygværker
1.8	Materiel (R0)	Tabel over materiel
2.	Egenskaber	
2.1	Introduktion til egenskabsdata	Koncept for egenskabsdata
2.2	Oplæg vedr. Egenskabsdata	Brug af egenskabsdata
2.3	A. Oversigt over baggrundslitteratur	Anvendt litteratur
2.4	B. Oversigt over scenarier	Gennemgang af cases
2.5	C. Oplæg til feltnavne i database	Forslag til feltnavne
2.6	D. Foreløbigt forslag til klassifikationsstruktur	Forslag til struktur for Egenskaber
2.7	E. Skærm billeder fra egenskabsdatabase applikation	Illustration af forslag til skærm billeder
2.8	F. Begrebsmodel	Skema (diagram) begrebsmodel
3.	Informationsniveauer	
3.1	Klassifikation af information, egenskaber, informationsniveauer og formålsgrupper	Forslag til strukturering af information, egenskaber, informationsniveauer og formålsgrupper
3.2	Metode og struktur for informationsniveauer	Forslag til koncept for informationsniveauer
3.3	CCS Informationsniveauer	Forslag til koncept/struktur for informationsniveauer
3.4	CCS En helhedsbetragtning	Gennemgang af koncept for klassifikation, egenskaber, informationsniveauer og opmåling
3.5	CCS Klasser af information	Forslag til klasser af information
4.	Opmåling	
4.1	Sammenfatning opmaalingprojekter	Gennemgang af koncept for digitalt udbud/tilbud med mængder
4.2	Standardiserede og digitaliserede Tilbudslister	Forslag til digitaliseret tilbudsliste
4.3	CCS Specifikation af data til udbud-/tilbudsgivning	Forslag til specifikation af data til udbud/tilbudsgivning
4.4	CCS Måleregler	Forslag til måleregler ifm. udbud/tilbud med mængder

Fortsat

	Indholdsart	Standard-type	Offentliggjort	Status	Primære målgrupper (byggeriets uddannelser)
1.					
1.1	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	April 2013	Færdig	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
1.2	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
1.3	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	Marts 2013	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
1.4	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
1.5	Regneark (Excel)	(f) de-facto-standard	Marts 2013	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
1.6	Regneark (Excel)	(f) de-facto-standard	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
1.7	Regneark (Excel)	(f) de-facto-standard	Juni 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
1.8	Regneark (Excel)	(f) de-facto-standard	Juni 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
2.					
2.1	Præsentation (PDF)	Støttedokumentation	Maj 2012	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Softwareudv.
2.2	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	Maj 2012	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Softwareudv.
2.3	Kildeliste (PDF)	Støttedokumentation		Høring	Arkitekt, Ingeniør
2.4	Præsentation (PDF)	Støttedokumentation		Høring	Arkitekt, Ingeniør, Softwareudv.
2.5	Præsentation (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2012	Høring	Softwareudv.
2.6	Tabel (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2012	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Softwareudv.
2.7	Præsentation (PDF)	Støttedokumentation		Høring	Arkitekt, Ingeniør, Softwareudv.
2.8	Diagram (PDF)	(f) de-facto-standard	Maj 2012	Høring	Softwareudv.
3.					
3.1	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
3.2	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	November 2012	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
3.3	Præsentation (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
3.4	Præsentation (PDF)	Støttedokumentation	Februar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd.
3.5	Præsentation (PDF)	Støttedokumentation	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
4.					
4.1	Rapport (PDF)	Støttedokumentation	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
4.2	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
4.3	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.
4.4	Anvisning (PDF)	(f) de-facto-standard	Januar 2014	Høring	Arkitekt, Ingeniør, Erhvervsudd., Softwareudv.

Bilag C1: Information om bygningsdele og rum - Potentielle muligheder

Artikel skrevet af Kaj A. Jørgensen, AAU – Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, 2015-01-06.

Information om bygningsdele og rum herunder deres type og egenskaber (mængder, økonomi, varmeisoleringsevne, lydisoleringsevne, osv.) har som bekendt stor betydning i alle faser af en bygnings livscyklus. I specielt de tidlige faser (ex. projektering) sker der en opbygning af informationsmængden og det forventes, at der kan ske en væsentlig nyttiggørelse i de senere faser (opførelse, drift og vedligeholdelse). Det er derfor vigtigt at identificere nye informationsbehov og nye metoder til produktiv håndtering af information om bygningsdele og rum så den resulterende information giver mest mulig værdi i hele forløbet.

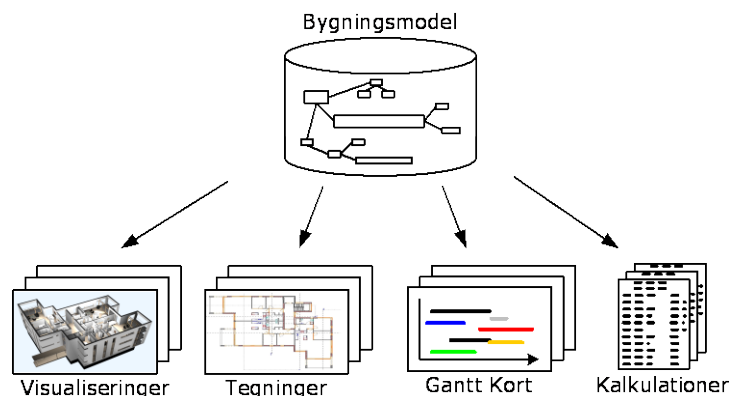
1 Bygningsmodellering – BIM

Bygningsmodellering, også kaldet Bygningsinformationsmodellering, forkortet BIM, er en meget væsentlig middel til at løse dette behov og fagligt set er der store gevinster at hente. En væsentlig begrundelse er, at modellering kan give anledning til en gunstig omlejring af arbejdsindsatsen, så mere rutineprægede opgaver kan reduceres i omfang og flere afgørende beslutninger kan træffes på det rigtige tidspunkt så nødvendige ændringer kan foretages med mindre tab af ressourcer.

Udviklingen viser, at nye teknologiske muligheder i relation til bygningsmodellering potentielt kan give anledning til mere effektive processer. Eksempelvis kan nævnes: det vil blive nemmere at projektere, man kan overføre modeller mellem byggeprojektets parter, man kan løbende foretage vigtige analyser, simuleringer og optimeringer, alt sammen for i den sidste ende at opnå bedre bygninger.

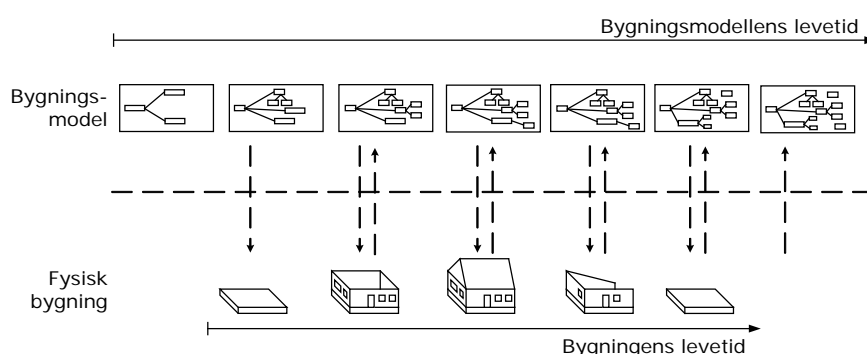
Bygningsmodeller kan optræde i mange forskellige former men i software til bygningsmodellering er det grundlæggende indrettet sådan at bygningsdele og rum bliver repræsenteret som software-objekter: vægge som væg-objekter, døre som dør-objekter, osv. Sådanne *model-objekter* er altså det basale indhold i computerbaserede bygningsmodeller. Model-objekterne har *attributter* og *relationer* til repræsentation af strukturer. Når et objekt bliver oprettet, får attributterne tildelt værdier, enten som standardværdier eller brugerdefinerede værdier. Normalt kan disse værdier ændres senere efter behov og objekterne kan derfor karakteriseres som *parametriske* objekter.

Bygningsmodel-objekter, der er beriget med forskellige specifikationer, giver dermed mulighed for at udtrække traditionelle data som tegninger, mængder, økonomiske oversigter, visualiseringer, energianalyser, akustiske analyser, indkøbsforslag, aktivitetsforslag, osv. (se *Figur 1*). Denne anvendelse af bygningsmodeller udgør et væsentligt potentiale i forhold til traditionelle metoder.



Figur 1 – Forskellige former for data udtræk fra bygningsmodel

Bygningsmodeller skabes som regel før den fysiske bygning og kan principielt opdateres gennem hele bygningens levetid (se Figur 2). De indeholdte data bør vedligeholdes omhyggeligt, så de kan bruges og genbruges så meget som muligt i alle bygningens livsfaser.

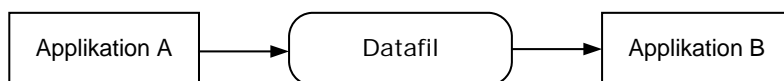


Figur 2 – Levetid for bygningsmodel og for den fysiske bygning

I relation hertil bliver repræsentationsmåden vigtig. Som oftest har hver softwareudbyder udviklet deres egne interne data repræsentation og filformater og valget af attributter i dataobjekterne varierer meget. Derfor er det vanskeligt at udveksle bygningsmodeller mellem software-værktøjer og når det kan gøres, resulterer det ofte i tab af data.

2 Udveksling af bygningsmodeller – Modelservere

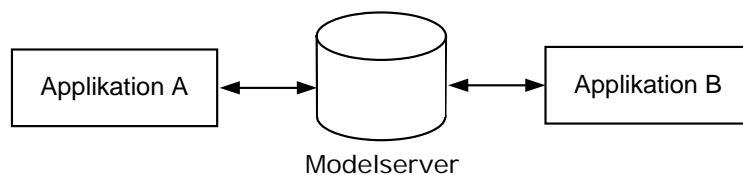
Den internationale organisation *BuildingSmart* (tidligere *International Alliance for Interoperability*) har imidlertid udviklet en uafhængig datamodel *Industry Foundation Classes (IFC)*, der således kan understøtte dataudveksling og tillige fremme ideen om en samlet repræsentation af bygningsmodeller. Dette sker som oftest i form af datafiler, hvorfor softwareudbydere skal udvikle moduler, der kan læse og skrive filer med IFC repræsenterede bygningsmodeller (se Figur 3).



Figur 3 – Dataudveksling baseret på filer

Nogle få softwareudbydere har implementeret den samlede IFC datamodel som en database, der kan opbevare alle dataobjekter, der er i overensstemmelse med IFC. Et computersystem med en sådan database kaldes en *IFC modelserver* (se Figur 4). Foruden muligheden for indlæggelse og udtræk af modeller er det karakteristisk at sådanne servere også understøtter specielle funktioner

vedrørende sammenstilling af modeller, versionering af modelobjekter og deling af modeller mellem flere brugere.¹



Figur 4 – Dataudveksling med modelserver

Optimal anvendelse af modelservere kan udgøre en meget værdifuld platform for bygningsmodellering og befordre helt anderledes måder at håndtere data på. I forbindelse med opbygning og detaljering af modeller på en modelserver vil det være ideelt at arbejde med delmodeller som følge af mindre datamængder og dermed hurtigere datahåndtering. Applikationer af forskellig art kan løbende hente en model på serveren og trække data ud til formålsbestemte opstillinger (se Figur 1), analyser eller simuleringer og, hvis der i denne forbindelse fastsættes ændrede værdier af bygningsmodellens attributter, kan disse føres tilbage i modellen (ny version på modelserveren). Enhver opdatering af modellen vil straks være til rådighed for det videre modelleringsarbejde.

Modelservere baseret på IFC indeholder typisk en åben og let anvendelig platform for udvikling af applikationer til udtræk og opdatering af modeldata, hvilket gør, at modelservere er et godt grundlag for udvikling af løsninger, der opfylder væsentlige informationsbehov.² IFC og IFC baserede modelservere har stor betydning for branchen, da en lang række af disse løsninger kan udvikles formålsbestemt og derfor ikke behøver at forudsætte dyrt modelleeringssoftware.

3 Konkrete potentielle muligheder vedrørende bygningsmodeller

Som nævnt indgår en bygningsmodel i alle faser af en bygnings levetid og potentielle muligheder kan ligeledes optræde mange steder. De videre betragtninger er i det følgende henført til en forenklet model med fire hovedfaser

- Programmering
- Projektering
- Opførelse
- Drift og vedligeholdelse

Benyttelse af disse faser er ikke udtryk for at livsforløbet nødvendigvis skal følge en traditionel opdeling men udelukkende for at foretage den efterfølgende behandling i en passende opdeling. Faserne vil i øvrigt blive behandlet bagfra, så de informationsbehov, der identificeres i en fase, passende kan indgå i informationsopbygningen i den foregående fase (informationstræk).

3.1 Drift og vedligeholdelse

Denne fase er på mange måder den mest betydende fase ikke mindst af den grund, at den foregår over længst tid og giver den største økonomiske påvirkning. Der er følgelig en række gevinster at hente ved at kunne udnytte data fra bygningsmodellen på ideelle måder.

¹ Se eksempelvis:

<http://vbn.aau.dk/files/14804119/ReportIfcModelServer-Final.pdf>

² Se eksempelvis: <http://www.osbim.org>

Følgende muligheder for dataudtræk og anvendelse af disse foreligger (udvalg):

- Optælling (vinduer, døre, armaturer, sanitet, stik, udtag og lign.)
- Arealer (rum, gulve, vægge, lofter, tagflader, osv.)
- Volumener (rum, konstruktioner, osv.)
- Beskrivelser af rum og bygningsdele (eller evt. grupper af ens rum og bygningsdele) med en række egenskaber (nr/navn, dimensioner, materialer, producenthenvisninger, vedligeholdelsesanvisninger, RFID tags, osv.)³
- Placeringer af rum og bygningsdele samt visualiseringer af disse (rumtyper, udstyr, brandslukningsenheder, hjertestartere, flugtveje og lign.)
- Modeldata for rum og bygningsdele som grundlag for oversigter over udstyr til overvågning, styring, alarm, osv.
- Etage- og rumoversigter som grundlag for facilitetsudnyttelse, rumfunktioner, udlejning, osv.

Udtræk af disse data bør mest hensigtsmæssigt ske via et drift- og vedligeholdelsessystem, hvori bygningsmodellen er integreret og kan kobles sammen med en række erfaringsdata, f.eks. vedrørende økonomistyring. Sådanne systemer giver endvidere støtte til bl.a. planlægning og styring af drifts- og vedligeholdelsesopgaver.

Forudsætninger for at kunne udnytte disse muligheder er at modellen foreligger tilstrækkelig struktureret og detaljeret. Det er derfor nødvendigt, at der træffes præcise aftaler mellem projektets parter om hvem, der skal løse hvilke opgaver. I nogle tilfælde kan det være optimalt at driftsherren færdiggør bygningsmodellen på basis af egne behov.

3.2 Opførelse

Ved opførelse af bygninger kan der ligeledes ske en stor udnyttelse af data fra bygningsmodellen. Følgende muligheder for dataudtræk foreligger (udvalg):

- Visualiseringer og arbejdstegninger til specifikke anvendelser
- Beskrivelser af bygningsdele (eller evt. grupper af ens bygningsdele) med en række egenskaber (nr/navn, dimensioner, materialer, proceskrav, produkthenvisninger, osv.)
- Mængder i forskellige detaljeringsgrader til forskellige formål⁴
- Behov for anlægsmateriel og -udstyr
- Mængder af hjælpematerialer
- Identificerede net af aktiviteter og indbyrdes bindinger i flere niveauer og entrepriser
- Kalkulationer i forskelle former og detaljeringer fra overslag over tilbudskalkulation til varekøb samt for- og efterkalkulation ved produktionsstyring. Sådanne kalkulationer kan udføres på basis af mængdeudtræk og sammenkobling af

³ Se eksempelvis om COBie projektet, der anviser et datasæt (IFC- og modelserver-baseret) til specifikation af data til brug ved drift og vedligeholdelse. Der anvises enkle fremgangsmåder på at specifikationerne kan oprettes løbende i projektet, helt fra programmeringsfasen.

<http://www.wbdg.org/resources/cobie.php>

<http://www.buildingsmartalliance.org/index.php/projects/activeprojects/25>

⁴ Se eksempelvis i buildingSMART: www.buildingsmartalliance.org/index.php/projects/activeprojects/57 og buildingmart-tech.org/future-extensions/ifc_extension_projects/current/pm4

dertil hørende erfaringsdata for enhedspriser og tillæg af spild, kassation, metodeovervejelser, osv.

Udtræk af disse data bør mest hensigtsmæssigt ske via et softwaresystem til produktionsplanlægning og -styring, hvori bygningsmodellen er integreret og kan kobles sammen med en række erfaringsdata, f.eks. vedrørende økonomi og aktivitetsplanlægning. Sådanne systemer bør indeholde bl.a. følgende funktionaliteter:

- Støtte til opsætning og valg af visualiseringer og tegningsbestemmelse (farver, strektykkelser, målestok, påsætning af mål, osv.)
- Støtte til underopdeling af modelobjekter i forhold til mængdeudtræk og identifikation af aktiviteter, f.eks. elementproduktion
- Støtte til opsætning af aktivitetsplaner med relationer til bygningsdele
- Støtte til styring og overvågning af arbejdsopgaver, aktiviteter, indkøb, leverancer, entrepriser, osv.⁵
- Støtte til opsætning og gennemførelse af kalkulationer på flere niveauer⁶

Forudsætninger for at kunne udnytte disse muligheder er at modellen foreligger tilstrækkelig struktureret og detaljeret. Det er derfor nødvendigt, at der træffes præcise aftaler mellem projektets parter om hvem, der skal løse hvilke opgaver. I mange tilfælde vil det være optimalt at entreprenøren klargør bygningsmodellen på basis af egne behov.

3.3 Projektering

Denne fase er kendetegnet ved at det er her, bygningsmodellen bliver udformet i overensstemmelse med de krav, der er udformet.

De første udgaver af bygningsmodellen bliver som oftest udarbejdet af arkitekten i rådgivergruppen og når hovedstrukturen (arkitektur, rumopdeling, rumplacering, osv.) er fastlagt vil der typisk ske en detaljering, hvor specifikke tekniske udformninger af bygningsdelene bliver bestemt.

For at vurdere vigtige konsekvenser af projekteringen, er det relativt sædvanligt, at bygningsmodellen Udvalgte eksempler er: danner grundlag for gennemførelse af en række analyser og simulationer.

- Økonomioverslag
- Styrke og stabilitet af konstruktionen
- Lys
- Energi (varme, ventilation, el, mv.)
- Akustik
- Indeklima
- Brand
- Flugtveje

Det er naturligvis hensigtsmæssigt, at disse analyser bliver udført løbende flere gange i et projektforsløb i takt med at modellerne udvikles mere og mere.

⁵ Se introduktion af Rafael Sacks:

http://smartech.gatech.edu/jspui/bitstream/1853/22442/3/sacks_presentation.pdf

⁶ Se eksempelvis mange funktionaliteter i Vico Software's Construction Software:

<http://www.vicosoftware.com/>

Kvaliteten af disse analyser afhænger i høj grad af modellens detaljeringsgrad mht. såvel struktur (underopdeling af objekter) og specificering (udfyldelse af attributter/egenskaber), hvorfor denne del af informationsbehandlingen er meget vigtig. Der findes hovedsageligt to fremgangsmåder: 1) oprettelse og specificering af attributter/egenskaber sammen med modelleringen og 2) ved brug af analyse eller simuleringsprogrammerne.

Ad 1) Software til modellering opererer som nævnt med modelobjekter af bygningsdele og disse objekter indeholder en række attributter, der kan tilskrives værdier (eller ændres) af brugeren. I nogle tilfælde kan yderligere attributter oprettes og specificeres efter behov. Denne fremgangsmåde er naturligvis meget ressourcetrævendende og i sagens natur ikke produktivitetsfremmende. Det er derfor vigtigt, at der kan etableres en fremgangsmåde, hvor modelobjekterne i højere grad er udstyret med attributværdier automatisk ved oprettelsen. En oplagt løsning er bedre objektbiblioteker til brug enten ved førstegangsoprettelsen af objekter eller ved senere udvidelser/opdateringer af eksisterende objekter (automatiske eller semiautomatiske opslag i objektdata-baser). Dette anses for at være et nyt formål med klassifikationssystemer i relation til bygningsmodellering. Hvis et modelobjekt er klassificeret rigtigt fra starten (den rigtige bygningsdelstype), kan dette dels danne udgangspunkt for en nærmere klassificering og dels for tilførsel af data udefra. I tillæg hertil skal det dog erindres, at der næsten altid kun findes separate modeller hos hver enkelt aktør (fagmodeller) og at der ofte ikke udarbejdes en fælles model med de resulterende attributter.

Ad 2) Ved denne fremgangsmåde anvendes domænespecifikke applikationer, hvor modellen i en given tilstand kobles sammen med applikationens database over erfaringsdata eller tekniske data for det pågældende domæne. Tre eksempler: a) Visualisering med lys, skygger, genskin, osv. Her skal applikationen kende overflader (gerne materialer) som sammen med data om lysets opførsel herved. b) Omkostningskalkulation. Her skal applikationen kunne udtrække mængder og koble med enhedspriser svarende til detaljeringsgrad. Det kræver at de tekniske løsninger er fastsat (enten inden eller i forbindelse med brug af applikationen). c) Energianalyse. Applikationen indeholder på tilsvarende måde egenskabsdata for dette domæne i forhold til valgte tekniske løsninger. Problemet med denne fremgangsmåde er, at resultaterne og de valgte/beregnedes attributværdier ikke føres ind i modellen men skal genskabes ved nye analyser (ved ændret model). Der er altså også her tale om et ressourcespild.

Fælles for begge fremgangsmåder gælder, at produktiviteten kunne forbedres betydeligt, hvis alle parter kunne samarbejde gensidigt forpligtende om én fælles model ved anvendelse af modelservere.

3.4 Programmering

Denne fase er kendetegnet ved at bygherren opstiller og specificerer sine krav til bygningsfunktioner, investeringsrammer, kvalitetsniveauer, osv. En del af disse krav kan måske allerede i dette tidlige forløb samle sig om rumprogrammering og forskellige enkle bygningsmodeller kan med fordel opbygges, primært indeholdende rum, deres funktioner, størrelser osv. samt eventuelle krav om særlige installationer og udstyr.⁷

⁷ Se eksempelvis om dRofus: <http://www.drofus.no/en/index.html>

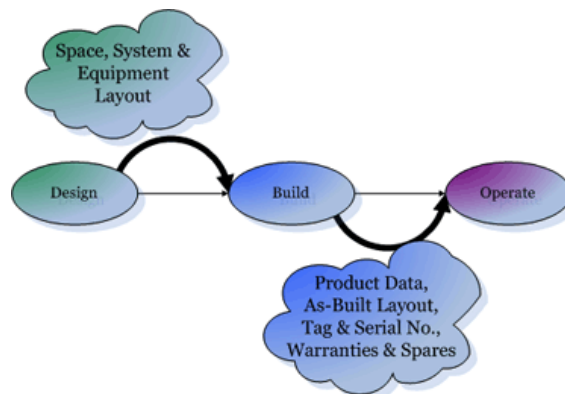
For at vurdere vigtige konsekvenser af de opstillede krav, kan det være nyttigt at gennemføre en række analyser og simuleringer eventuelt på basis af disse enkle modeller. Overordnede visualiseringer eller analyser af arkitektur, lysindfald, energibehov og omkostninger er eksempler herpå.⁸ Typisk bliver der til hvert formål udarbejdet en separat model, hvilket i sagens natur betyder, at visse ressourcer spildes. Det kan derfor være hensigtsmæssigt, at nødvendige modeller med passende detaljeringsgrader udarbejdes fælles for alle disse indledende analyser.

4 Udvalgte indsatsområder for fremtidigt arbejde

På baggrund af ovenstående gennemgang af den aktuelle situation er der i det følgende udarbejdet kortfattede beskrivelser og analyser af betydende tiltag, der er i gang inden for de udvalgte områder.

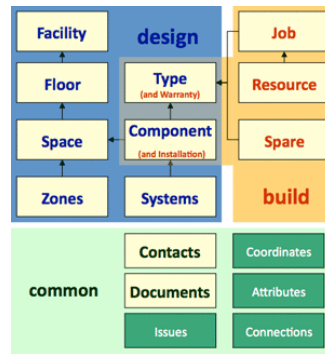
4.1 COBie projektet

Projektet Construction Operations Building Information Exchange (COBie) er efterhånden meget langt fremme i udviklingen og kan nu benyttes i praksis. Det er primært udviklet i USA og UK men er nu internationalt anerkendt af verdens største statslige bygnings ejere. Sigtet med COBie er at understøtte skabelse og opsamling af information til drift og vedligeholdelse. Tanken er, at dette bør ske løbende og ikke kun til sidst lige før aflevering til bygherren/driftsherren. Det er tværtimod ønskeligt, at informationsbehovet specificeres fra starten af projektet for at sikre at de krævede data bliver afleveret i den sidste ende. I tilknytning hertil er der let anvendelige anvisninger på, hvordan håndteringen af data kan ske undervejs på en optimal måde.



Det resulterende system består først og fremmest af et brugerinterface, der er ekstremt forenklet, idet det er implementeret som et antal sider i et regneark. Det kræver derfor ingen særlige kompetencer at håndtere systemet. Regnearkene skal dog kun betragtes som interface, idet data er lagret bagved i et datasæt (database/modelserver), der er opbygget ud fra en delmodel af IFC datamodellen. Ud over det nævnte regneark brugerinterface findes en række muligheder for overførsel til og fra andre systemer via forskellige filformater.

⁸ Se eksempelvis Dalux Building Explorer, Dalux BIM Checker og DaluxFM: <http://dalux.dk/>



Ovenstående figur viser en oversigt over COBie data og som nævnt lægges op til at der sker en gradvis oprettelse/opdatering af data efterhånden som det er mest passende i forhold til det sædvanlige arbejde.

Fase	Dataoprettelse
Initierende (det grønne felt)	Kontaktoplysninger, dokumenter, osv.
Programmering (venstre side af det blå felt)	Bygning, etager og rum samt grupperede rum (zoner)
Projektering (højre side af det blå felt)	Grupper af bygningsdele af samme type og individuelle bygningsdele, herunder installationer
Opførelse (det gule felt)	Identificerede kritiske drifts- og vedligeholdelses opgaver, ressourcer og reservedele

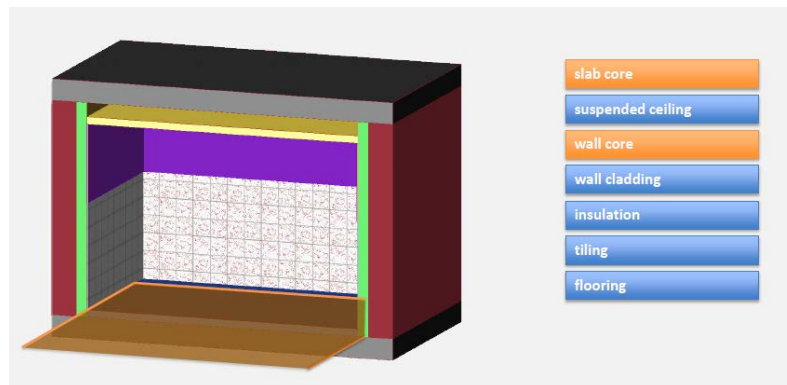
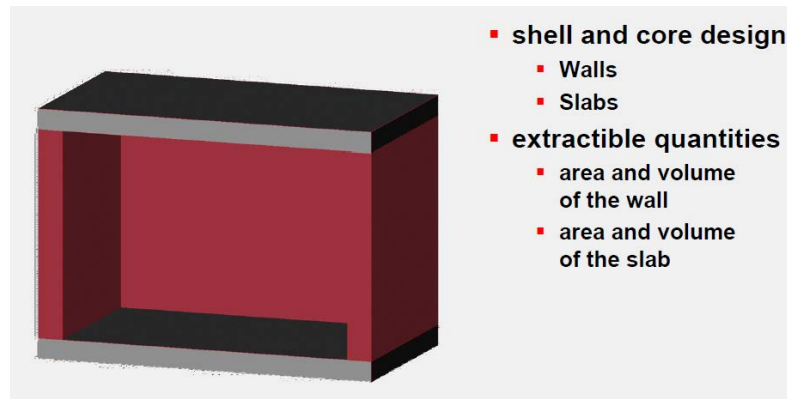
En mere udførlig liste over faser og datamængder i COBie er vist i appendiks 1.

Umiddelbart tyder det på, at COBie er anvendelig også i Danmark men for at vurdere dette nærmere foreslås gennemført 1-3 afprøvninger i forbindelse med konkrete byggeprojekter. Eksempelvis kunne COBie afprøves på forskellige typer bygninger, forskelligt omfang af bygherrekrav eller forskellig anvendelse af software hos aktørerne. En vigtig del af en sådan afprøvning bør være en vurdering af COBie i forhold til modelleringssoftware, hvori der i forskelligt omfang kan håndteres de samme data.

Forud for at træffe aftale om sådanne prøveprojekter vil det være hensigtsmæssigt at en mindre gruppe med bygherre/driftsherrefaring gennemgår COBie datasættet og vurderes dets omfang, relevans og anvendelighed.

4.2 Mængdeudtræk

Mulighederne for at trække de nødvendige mængder afhænger naturligvis i høj grad af modellens indhold og detaljeringsgrad, hvilket er illustreret i disse to figurer:



De mange muligheder for mængdeudtræk kan illustreres ved de såkaldte basale mængder (base quantities) der er defineret i IFC og som umiddelbart er tilgængelige, hvis de altså bliver beregnet ved IFC eksport. Et uddrag af disse mængder er vist i denne tabel.

(IfcSpace)	(IfcWall)	(IfcDoor/IfcWindow)	(IfcSlab)	(IfcBeam)	(IfcColumn)	(IfcCurtainWall)
Height	Length	Height	Width	Length	Length	Width
FinishCeilingHeight	Height	Width	Perimeter	Width (rectangle prof)	Width (rectangle prof)	Length
FinishFloorHeight	Width	Area	GrossArea	Height (rectangle prof)	Height (rectangle prof)	Height
GrossFloorArea	GrossFootprintArea		NetArea	CrossSectionArea	CrossSectionArea	GrossSideArea
NetFloorArea	NetFootprintArea		GrossVolume	OuterSurfaceArea	OuterSurfaceArea	NetSideArea
GrossCeilingArea	GrossSideArea		NetVolume	TotalSurfaceArea	TotalSurfaceArea	
NetCeilingArea	NetSideArea			GrossVolume	GrossVolume	
GrossWallArea	GrossVolume			NetVolume	NetVolume	
NetWallArea	NetVolume					
GrossPerimeter						
NetPerimeter						
GrossVolume						
NetVolume						

Disse og andre mængder kan beregnes direkte på basis af modelobjekternes geometri, som jo er defineret ved nogle af de mest grundlæggende attributter/egenskaber i bygningsmodellerne. Det skal understreges, at disse mængder i forhold til almindelig praksis er meget nøjagtige og derfor udgør et væsentligt referencegrundlag.

4.3 Omkostningskalkulation på basis af modelmængder

Anvendelse af mængder beregnet ud fra nøjagtige geometriske former (nettomængder) har den fordel, at forskellige tillæg i form af eksempelvis spild og kassation skal håndteres separat i forhold til modelmængderne. For at udregne mængdegrundlaget og fastlægge prissætning bør følgende principielle formler derfor benyttes:

$$\text{Tillæg} = \text{IndkTill} + \text{SpildTill} + \text{KassationTill}$$

$$\text{KalkMg} = \text{ModelMg} \times (1 + \text{Tillæg})$$

$$\text{KostPris} = \text{KalkMg} \times \text{EnhPris}$$

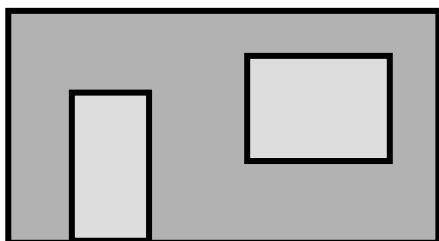
Forklaring:

Tillæg: Procenttillæg i forhold til referencen

KalkMg: Kalkuleret mængde
 ModelMg: nøjagtig mængde fra geometrien i modellen
 IndkTill: tillæg for indkøbt mængde
 SpildTill: tillæg for spild og svind
 KassationTill: tillæg for kassation
 EnhPris: enhedspris = forventet markedspris

At håndtere tillæggene som eksplicite talværdier er vigtigt for at opbygge grundlaget for efterkalkulation, så det tydeliggøres, hvor eventuelle afvigelser fra det estimerede optræder.

I henhold til principper for opstilling og udformning af kalkulation er det dog vigtigt at gøre sig klart, at de mængder, der er behov for at vælge fra modellen, og de tilhørende tillæg er meget afhængig dels af udførelsesmåden og dels af kalkulationspostens forholdsmæssige betydning i kalkulationen (kritiske usikkerheder, mv.). Endvidere vil udbudsformen være afgørende for, hvordan kalkulationen opstilles. Præcisering af mængdeudtræk og valg af opstillingsmåde skal derfor nøje kunne styres af den part, der skal udføre opgaven.



Til illustration af dette vælges en væg som vist i hosstående figur. Det antages at der er tale om en betonvæg, f.eks. bagmur af en facadevæg med isolering og skalmur af teglsten. I dette tilfælde er der typisk behov for at vælge om betonvæggen skal

indkøbes som et præfabrikeret element eller den skal støbes på stedet.

Præfabrikeret element	Brutto areal og vægtykkelse Det er almindelig praksis at der ikke foretages fradrag åbningernes areal, da prisen herfor bliver udlignet af ekstraarbejdet med udsparring i forskallingen.
Pladsstøbt væg	Der skal kalkuleres for såvel materialer som arbejds løn. Materialer: a) Forskalling: 2 x bruttoareal, perimeter af åbninger b) Armeringsjern: vægt c) Murbindere: antal d) Beton: nettorumfang Arbejds løn: a) Forskallingsarbejde: mandtid ud fra nettoareal b) Bukning af jern: mandtid ud fra nettoareal c) Påsætning af murbindere: mandtid ud fra nettoareal d) Støbning af beton: mandtid ud fra rumfang

I tilknytning til buildingSMART arbejdes der i et projekt, primært med udviklere fra Tyskland og USA men med tilslutning af en række software virksomheder verden over. Det foreløbige resultat heraf er dels fastlæggelse af de ovenfor nævnte basale mængder som en integreret del af den nyeste version af IFC. Desuden er dokumentationen for disse mængder blevet oprettet i IFD (International Framework for Dictionaries), så der er basis for at foretage konsistent oversættelse af denne til andre sprog end engelsk. Endelig er der i buildingSMART udarbejdet en såkaldt IDM (Informa-

tion Delivery Manual) og en MVD (Model View Definition) for mængdeudtræk primært til brug i projektfasen.

Som det fremgår af ovenstående er der altså et godt udgangspunkt for at udnytte mulighederne for mængdeudtræk og en del softwaresystemer er tilgængelige. Men så vidt det kan bedømmes, er der ikke udviklet meget med fokus på udførelsesfasen. Et nærmere analysearbejde vil derfor være nødvendigt og følgende emner bør belyses yderligere:

- Identifikation af detaljeringsniveauer til forskellige formål
- Definition af nødvendige mængder ud over de basale mængder i IFC
- Vurdering af mulighederne for anvendelse af generiske objekttyper og/eller databaseopslag som grundlag for konfigurering af mængdeudtræk

En del af disse emner vil hænge sammen med arbejdet om håndtering af egenskabsdata, som beskrevet i det følgende.

4.3 Egenskabsdata

Som allerede omtalt er det vigtigt at indlægge egenskabsdata i bygningsmodeller, da disse data bl.a. danner grundlag for gennemførelse af en række analyser og simuleringer. I det følgende vil der blive taget udgangspunkt dels i den fremgangsmåde, at oprettelse og specificering af attributter/egenskaber udføres sammen med modelleringen og dels i anvendelse af domænespecifikt analyse og simuleringssoftware.

Hvis nødvendige egenskabsdata på hensigtsmæssig måde bliver bragt til rådighed i bygningsmodeller, vil det være attraktivt, idet det så vil være effektivt at foretage analyser så ofte, det er ønskeligt, og til overkommelige omkostninger. Det er derfor vigtigt at se på, hvordan oprettelse og specifikation af egenskabsdata kan automatiseres eller i højere grad støttes af software på en effektiv måde.

En mulig fremgangsmåde er at tage udgangspunkt i at knytte data af forskellig art til generiske objekttyper. Hvis der internationalt kunne være enighed om at standardisere sådanne typer, kunne de blive indarbejdet i modelleringssoftware og danne grundlag for løbende tilknytning af flere specifikationer undervejs i livsforløbet. Tilsvarende kunne det være meget brugbart at have mere specielle objekttyper og produkter til rådighed i databaser. Eksempelvis kunne de forskellige valg, der skal gøres i forbindelse med mængdeudtræk (som beskrevet ovenfor), blive støttet af, at der via generiske objekttyper eller produkter kunne hentes data om udførelsesmåder, tillæg, priser, osv.

I buildingSMART er der aktuelt et arbejde i gang om fastlæggelse af specificeringsmåder for generiske objekttyper og et forslag om etablering af tre detaljeringsgrader er til høring i øjeblikket. Desuden anbefaler buildingSMART, at navne og definitioner på egenskaber bør oprettes i IFD, så der kan ske en harmonisering og korrekt oversættelse til de sprog, der er behov for. Endelig skal nævnes, at egenskabsdata for hver model bør indlægges i en IFC base-rede modelserver så de er uafhængige af specifikt software. Sammensætning af egenskabsdata med modellerne kan ske med modelserveren (blande/merge operation).

Grundlaget for standardisering af generiske objekttyper bør være et internationalt arbejde om klassifikationssystemer i stil med det

amerikanske OmniClass. På basis heraf kan typerne identificeres med en entydig identifikation og følgelig kan arbejdet med egen-skabsdata ud fra standard objekttyper illustrere en ny og tidsva-rende anvendelse af klassifikationssystemer.

Som nævnt er en alternative fremgangsmåde, at arbejde med do-mænespecifikke analyse og simuleringssoftware, hvortil der er knyttet databaser af erfaringsdata. Når disse data bliver benyttet, kan de samtidig lægges ind som værdier i bygningsmodellens at-tributter.

In analysis and simulation software, the kernel is an implementa-tion of a mathematical model of the examined technical domain. Therefore, the accuracy of the calculations depends on the math-ematical model and data precision. Usually, precise calculations need more detailed data and vice versa. Very often, different soft-ware performs different precision and requires different level of de-tail.

Obviously, when such a calculation is initiated, the software needs to analyse the model to determine whether the required data is available. If not, some general data may be provided by the user, when the calculation is carried out, or it should make a report about what needs to be further detailed. If the calculation can be performed, the software should provide some statement about the accuracy of the results and give advice regarding further detailing of the building model.

Furthermore, the software could make assumptions about missing or preferred data and include in the reported output what is used from the model and what is assumed. If for instance, an energy calculation is performed and materials are not specified in the model, the software could rather easily make some assumptions, e.g. that materials with average quality are used. In addition, it could perform simulations with multiple selections of materials and show the impact from the choices.

As described, use of analysis and simulation software can give great benefit in relationship with modelling depending on the func-tionality of the software in connection with the level of detail of the building model.

5 Opsummering

Ovenstående er gennemgået en række forhold vedrørende infor-mation om rum og bygningsdele i relation til bygningsmodellering og anvendelse af bygningsmodeller i de forskellige stadier af byg-geprojekter. Der er fokuseret på at fremhæve væsentlige mulighe-der for at give værdi for byggeriet og hæve produktiviteten i pro-cesserne. Gennemgangen er foretaget i baglens orden, idet der ta-ges udgangspunkt i drift og vedligeholdelse, hvorved behov for in-formation hertil efterfølgende bliver stilet til udførelsesfasen, osv.

Ud af den lange liste af nævnte muligheder, er udvalgt nogle vigt-i-ghe eksempler på særlige behov, som er behandlet noget dybere. I den forbindelse er fremhævet, at man i mange tilfælde bør tænke nyt i forhold til traditionelle fremgangsmåder.

Appendiks 1

Phase	COBie Information
Architectural Program-ming	<ul style="list-style-type: none"> • Contact details • Facility naming • Space and room data sheets • Space layouts • Space zoning
Early Design	<p>updated previous phase information, as needed and</p> <ul style="list-style-type: none"> • Floors • Space finishes • Zoning and space allocations • Architectural product schedules
Coordinated Design	<p>updated previous phase information, as needed and</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mechanical, Electrical, Plumbing product schedules • Building Systems • Product data (SPie defines minimum product templates) • Design document register • Indicative sizes for spaces (optional)
Construction Documents	<p>updated previous phase information, as needed and</p> <ul style="list-style-type: none"> • Submittal document register • Assignment of component to systems • Connections between components (optional)
Construction Mobilization	<p>updated previous phase information, as needed and</p> <ul style="list-style-type: none"> • Updated submittal document register
Construction 60% Com-plete	<p>updated previous phase information, as needed and</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manufacturer contact information for all approved submittals • Model and Serial numbers on all installed products/equipment • Components identified by tag or bar codes, as appropriate • Installed product data (SPie defines minimum product templates)
Beneficial Occupancy	<p>updated previous phase information, as needed and</p> <ul style="list-style-type: none"> • Updated space function and room area measurements • Warranty, parts, and handover documents • Operation and maintenance documentation • Installed product data (SPie defines minimum product templates)
Fiscal Completion	<p>updated previous phase information, as needed</p>

Bilag C2. Building Information Model Based Quantity Surveying

Artikel skrevet af Kaj A. Jørgensen, AAU – Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, 2015-01-06.

Abstract

Some of the biggest advantages of Building Information Models (BIM) can be realised when models are used as the basis for various analyses and simulations. This paper points out different issues related to BIM based Quantity Surveying (QS) and introduces various solutions to some of the most important problems.

Introduction

A survey of BIM awareness in the industry has been carried out by the Building Cost Information Service (BCIS) in UK. The article 'BIM? Never heard of it' (The Construction Index 2011) discusses the findings of this survey, where 8500 of the Royal Institute of Chartered Surveyors (RICS) quantity surveying and building surveying members were surveyed. Only 1 in 10 quantity surveyors was using BIM with only 4% of them were investing regularly in training. The biggest barriers for QS to take up BIM were

- lack of client demand
- lack of training
- lack of interfaces and
- lack of standards.

There is an opinion in the industry that BIM is now carrying out many of the traditional QS functions and, as a result, quantity surveyors are being 'terminated'. Matthews (2011) discusses about the way quantity surveyors are 'fighting back' with a weapon the BIM does not have: brains.

The article argues that BIM will end the traditional work of quantity surveyors with respect to quantity measurement. It notes that a lot of the large UK professional QS companies have already moved away from producing Bills of Materials (BOM) and have rebranded themselves as a 'built asset consultancy' specialising in advising clients on where and how to invest their money and how to cut carbon emissions, energy and running costs.

However, for smaller QS firms to move away from BOM will be more difficult. The measuring in QS is no longer viable, as they cannot demand enough fee. Smaller QS firms have to perform project management, risk management, cost calculation, procurement, etc. in relationship to BIM. The article concludes that there can be a happy co-existence between the QS and BIM. It is not a replacement tool for a quantity surveyor, but in fact, it will help the quantity surveyor to cut the amount of time you have to spend on measurement and give the quantity surveyor an opportunity to be more creative with its services.

In the article 'BIM and Cost Estimating' (Autodesk 2007), the author argues that as much as 80% of the time needed to create a cost estimate is spent just on quantification. The article further states that a complaint from most estimating firms is how much they hate paying estimators to simply count or quantify when they could bring so much more expertise to the table.

Challenges

The article 'Visual Estimating: Extending BIM to Construction' (Khemlani 2006) points out that BIM by itself will not enable automatic take off. With BIM, the quantity take-off can be greatly speeded up; however, the estimating process is a lot more complicated than simply getting a list of objects and sizes. The estimation process will analyse the building design, group the objects into appropriate assemblies for construction, setting assembly and item variables and pricing the objects. Unless the BIM model is developed such that construction assembly objects could be derived directly from the BIM model, the assembly take off is still a substantial process in costs estimating. Typically, BIM applications are detailed to a certain level and do not model construction assembly details i.e. nails, studs, drywalls etc. for a wall object.

BIM journal has two articles in relation to BIM and the QS. The article 'Quantity Surveying – A time consuming job' (2009-1) argues that the QS profession involves mundane and time consuming tasks, which are subject to human errors. However, it points us to the other article 'Integrating BIM and QS' (2009-2) for the answers to this convoluted manual process.

BIM has the inbuilt intelligence to know, what each building element is, where it is located, what it's made of and how much there is of it, i.e. it can automatically create a BOQ. On the other hand, to derive a meaningful BOQ, the model needs to be created in such a way that a BOQ is configured to construction methodologies. It is not enough to simply just count the building elements. There is a lot of work to be done to develop the skills and processes needed to integrate BIM and QS processes. It is necessary to have a framework in place to define the design protocols i.e. a standard method of measurement.

The article 'Lessons to be learnt from across the pond: First BIM dispute in the US' (BIM Journal 2014) provides us with an insight into a specific dispute involving BIM in the US and the project was a major study at a university. The architect and the mechanical engineer used BIM to design the plumbing system to be installed to the ceiling void. However, the design team failed to tell the contractor that the extremely tight fit of the components development on a very specific installation sequence. The work was about 70% complete when the contractor ran out of space. All parties involved blamed each other for the problem. All parties sued each other.

The problem arose due to a breakdown in communication between all design team members. The components fitted perfectly in the BIM model, but failed to work in reality because of sequencing. The main advantage with BIM is that it is meant to avoid clashes like this. This dispute shows that BIM is not infallible. For BIM to work, it requires close and regular communication with all involved. It is only as good as the people using it, the information put into it and the communication of other relevant information such as sequencing.

Solution Indications

The article 'Challenges in Cost Estimating with Building Information Modelling' (Sabol 2008) focuses on how BIM can assist in significantly reducing variability in cost estimates. It states that BIM can remove the inaccuracies that creep into human measurement. However, it warns that firms adopting BIM will need to develop methods and standards for development of the model to support the level of detail required for useful estimates. BIM implementers need to develop standards for representing building elements in a model – to the required level of detail at the required phase of the project.

The article concludes that the key to the success of BIM based costing will be development of processes and methods within organisations. The level of detail required in a building model will depend on the stage of the project. BIM assisted estimating will not rule out estimators rather it promises to free them to focus on higher value task then counting and, thereby, returning increased value to the project process.

The article 'Dubai Mall' (BIM Journal 2009-3) describes the use of BIM on one of the largest retail development in the world. The sheer size of the Dubai Mall meant that traditional quantity surveying methods would have had huge implications on costs and delivery of the project. It would require 25 full time quantity surveyors. It resulted in a considerable increase in the cost of QS specialist and significant difficulty in actually finding them.

The contractor decided to automate the process by using BIM. Microsoft Office programmes were used to create all documentation and an application was developed to incorporate all business rules and method of measurement boundaries. A senior and junior BIM engineer received intensive training in using the system to generate QS reports.

Many benefits of using the BIM model included:

- Error factor was removed producing higher quality
- BIM helped visual complex areas
- 2 on-site BIM engineers Vs 25 quantity surveyors
- Time saved was estimated at 700 man months – saving of \$7M
- Exact quantities were produced – eliminated material contingency – saving of \$3M

The review paper 'Building Information Modelling and Quantity Surveying Practice' (Olatunji 2010) recommends further research into standard measurement systems. The paper states that there are considerable challenges still to overcome with the main one being the need for BIM to filter data so that they comply with rules prescribed in the relevant method of measurement. Many methods of measurements exist throughout the world. The major issue regarding this is that the market required in order to support the development of measurement filters is modest and the investment required to develop robust filters is considerable. As a result, the review paper considers a case for re-engineering measurement procedures. A method of measurement must be aligned with the output from BIM and such a method should be implemented in suitable software.

References

The Construction Index 2011:

<http://www.theconstructionindex.co.uk/news/view/bim-never-heard-of-it>

Matthews 2011: <http://www.blakenewport.co.uk/bna-news-and-media.asp?id=90>

Autodesk 2007:

www.consortech.com/bim2/documents/BIM_cost_estimating_EN.pdf

Sabol 2008:

www.dcstrategies.net/files/2_sabol_cost_estimating.pdf

Khemlani 2006:

<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2006/VisualEstimating.html>

BIM Journal 2009-1:

<http://www.bimjournal.com/2009/12/quantity-surveying-a-time-consuming-job/>

BIM Journal 2009-2:

<http://www.bimjournal.com/2009/12/integrating-bim-and-qs/>

Olatunji 2010: Building Information Modeling and Quantity Surveying Practice. In: Emirates Journal of Engineering Research, 15(1), pp. 67-70, 2010.

http://www.engg.uaeu.ac.ae/ejer/issues/V15/pdf_iss1_15/8.pdf

BIM Journal 2014: <http://www.bimjournal.com/2011/12/lessons-to-be-learnt-from-across-the-pond-first-bim-dispute-in-the-us/>

BIM Journal 2009-3: <http://www.bimjournal.com/2009/12/the-dubai-mall-case-study/>

Bilag C3. Building Model Specification and Use

Artikel skrevet af Kaj A. Jørgensen, AAU – Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, 2015-01-05.

Specification of model objects to be used together with classification tables is about assigning codes to attributes of objects and thereby make references to classification tables. Current modelling software is not ideal for specification. Very often, this must be performed as a manual and time consuming task. Alternatively, by the use of separate software like analysis or simulation software, much specification can be generated implicitly.

This overall view of the use of classification tables is independent of what tools and technologies are applied to project but, in practice, users can be supported in many ways by use of dedicated software. Such software can support the use of classification tables in an automatic or semi-automatic mode, which is not possible in a pure document based approach.

Model Object Types and Specification Datasets

As stated, modelling includes selection of external data to be inserted into models. Figure C3/1 gives an overall range of datasets, which comply with general design and construction methodologies.

Figure C3/1 shows a set of typical modelling steps (the top row) and important overall results of the work in these steps (the bottom row). The remaining part (the middle row) includes 1) primary model object types (middle row left column, including *spaces*, *components*, *products* and *construction activities*) and 2) typical examples of datasets (remaining part of middle row) to be used for specification of the created model objects. It is important to make this distinction because model object types are the basis ("templates") for creating/instantiation of model objects, the data objects/containers, while the datasets are the basis for specification, i.e. selected data from these sets are added to the model objects as attributes. This gives a clearer view of the individual datasets and makes the development of classification systems much easier.

It must be underlined that spaces, components, products and activities are by far not the only model object types but, to simplify, these are considered the most primary and other object types are subordinate and regarded mostly as implementation solutions. Some objects of those subordinate types are handled automatically by modelling software, e.g. objects for description of geometry, location and relationships.

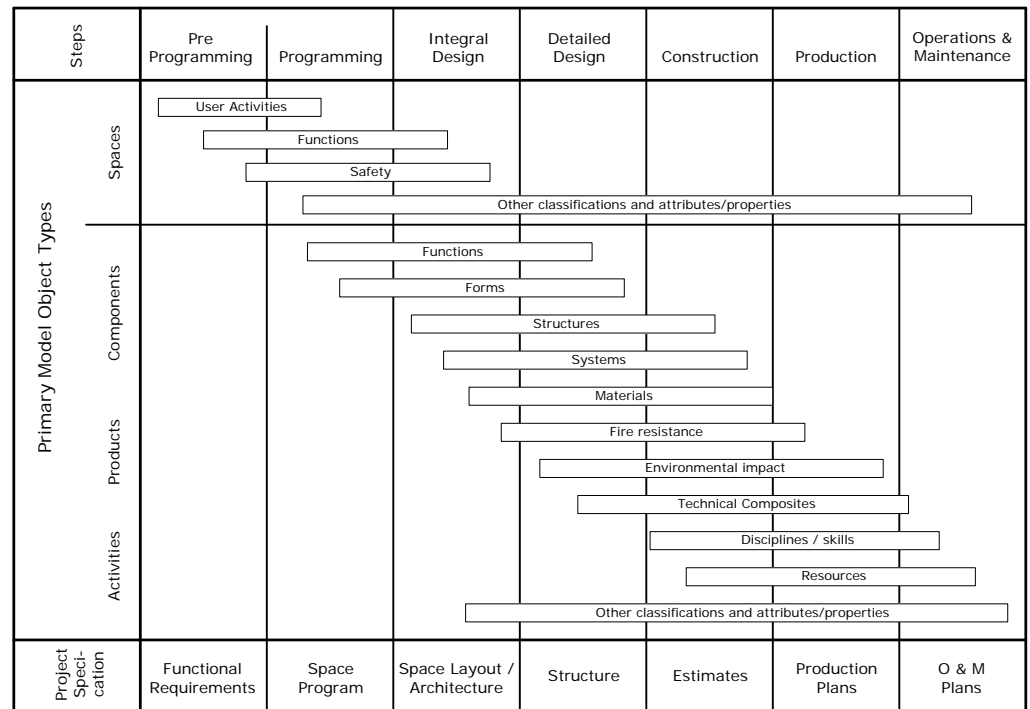


Figure C3/1. Examples of datasets for specification of model object types

As shown, the identified datasets are not necessarily related to specific modelling steps but are overlapping multiple steps and illustrate modelling progression according to general design theory. In practice, many project approaches may be different regarding sequencing, degree of detail, resource allocation, etc.

Efficient and effective handling of these data is a key issue of modelling and, consequently, it is important to provide support of this. A beneficial support method is to develop classification tables for both each of the model object types and each of the specification datasets indicated in Figure C3/1. Such tables can then be used in the modelling steps as previously described. It is important that classification tables are interrelated and here, IFC⁹, an international standard with a widely accepted taxonomy of object types, can provide a foundation. Mappings from the IFC object types to the tables for the specification datasets will support efficient and effective selection of specifications.

The key specification datasets for spaces are regarding *user activities, functions, safety, accessibility, etc.* Often, user activities and space functions are mixed but it is important to underline that they should be separated. Specification datasets for components, products and construction activities are many and some examples are shown in the figure. *Forms* and *structures* are important in the early phases and can support the specification of model objects with focus on the primary architecture and the overall organisation of the bearing system as well as the building services. Further, components may belong to different *systems* and may be specified by *materials, fire resistance, environmental impact, etc.* *Technical composites* primarily support the subdivision detailing process by specifying technical solutions down to the degree of detail, necessary for construction to be carried out. Some of the technical composites may be replaced by or linked to pre-fabricated *products*. In relationship with components, products and construction activities, datasets about *trade/disciplines/skills, resources* should be availa-

⁹ Industry Foundation Classes (IFC) is used as a reference. IFC is an open standard, which is developed by BuildingSmart, see www.buildingsmart.org or <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview/ifc-overview-summary>.

ble for detailed specification. As also shown in Figure C3/1, other classification and attributes/properties may be added continuously over many steps.

Additional Data for Engineering Disciplines

Use of BIM models is nowadays an important approach to seek efficient and effective benefits from various application processes in the building industry. If models are developed as a basis, a broad range of analysis or simulation applications may be prosperous.

BIM models can be represented and structured in many ways depending on the BIM modelling tool. In tools, like Revit, model objects are typically created and organised on the basis of internal proprietary object types. In contrast, IFC is widely recognised as a basic common representation of BIM models. Models represented in IFC are supposed to be a general foundation for various uses of BIM models, e.g. for analysis and simulation purposes.

From a BIM modelling tool, models can be exported to the corresponding IFC representation and used by analysis/simulation tools. Consequently, this kind of model exchange is a standardised approach, but it must be added that models are often bypassed from modelling tools directly to tools for analysis/simulation.

The primary parts of a BIM model are model objects representing the various building components like spaces, walls, doors, equipment elements and furniture. Based on IFC or any BIM model database, each model object has a unique type and includes a range of attributes/properties. This means that model data can be extracted and structured for specific purposes by use of these types.

Together with model data exchange, various additional data, e.g. databases¹⁰, is often developed for specific disciplines like cost calculation and other types of analysis tasks. Hence, such databases will typically contain data from different project partners or other industry organisations and can provide beneficial data in addition to BIM models. Hence, discipline data should be usable many times throughout the life phases from requirement specification to operations and maintenance. However, if such data should be combined with BIM objects efficiently and effectively, the entries of the databases¹¹ must be identified uniquely so that model objects can be used to reference the database data.

BIM object data ---> database entries

There are two basic methods to follow:

- Make direct use of the object types, e.g. IFC types or Revit types (Revit families)
- Use classification codes from an external classification table

It must be stated that, besides the two basic methods, some additional methods can give further benefits. Normally, the discipline data are organised in multiple dimensions, typically with selected materials, measurement data, and storey level. This means that also attributes/properties of the BIM model objects may be used in

¹⁰ In this context, databases are used as the typical structure. Alternatively, XML files or simple CSV files are often used. More advanced, more structured data may occur as complex objects like in libraries with generic model objects or product model objects.

¹¹ A database entry is a unique identifier, a primary key, which can identify further data like cost data and time estimate data.

addition to the object types or classification codes. It is obvious that such use will increase the efficiency and effectiveness of data exchanges.

Use of BIM Model Objects

If objects are identified and used directly, the separate discipline data are linked via object types. Sample IFC object types are: IfcWall, IfcWindow, IfcFlowSegment e.g. pipes, IfcFlowFitting e.g. elbows, IfcSlab and IfcSpace. If for instance a pipe object exists in the BIM model, this object should via its object type refer to the corresponding database entry and thereby provide the enquired discipline data.

<i>Model object / object type</i>		<i>Database entries</i>
		...
		IfcWall
		IfcWindow
		IfcSlab
		...
Pipe object / IfcFlowSegment	--->	IfcFlowSegment
		IfcFlowFitting
		...
		IfcSpace
		...

Object types similar to IFC types are defined in modelling tools like Revit, i.e. Revit Families.

With use of BIM model object types directly, this approach is dependent on model representation because each set of object types represented by IFC or by any modelling tool will require a specific set of database entries. However, if modelling tools are exported to the corresponding IFC representation, only this set of object types is necessary.

Use of Classification Codes

Classification tables (taxonomies) from various external classification systems can be used for data exchange, e.g. different versions of Sfb, Uniclass (United Kingdom), OmniClass (North America) or the new Danish Cuneco Classification System (CCS). In each classification system, a number of tables are available with space classes/types and primarily AEC object classes/types.

In each such table, all object classes/types have codes, i.e. unique identifiers, represented in different ways. In e.g. OmniClass Table 21, the identifiers have a set of double digits, 'nn nn nn nn'. The object class/type of for instance "Exterior Fixed Window" has the identifier '02 20 20 20'. The CCS codes are organised as three concatenated capital letters and, for example, the class/type "Window" at component level has the identifier 'QQA'.

By use of classification codes as identification, the required classification codes must be assigned to attributes/properties in the model objects¹² and then used as database entries. In IFC, model objects can contain classification codes in a standardised way and modelling tools are supposed to perform model exports in this

¹² A relatively new support method for this is introduced as a software application with the name SPINE.

way. Various software applications, however, uses proprietary attributes for specification of classification codes.

Class/type codes ---> BIM model objects ---> database entries

Thus, for a selected classification system, data exchange is independent on representation of the model object types and, in case IFC is used, also independent on the representation of attributes/properties. However, the data exchange is dependent on which attributes/properties are used for the various modelling tools like e.g. Revit.

Use of Multiple Classifications

As stated, external databases may be organised with classification codes and inserted as attributes/properties in the model objects. Various taxonomies of building components may support this and, in this process, it may be useful to have multiple classifications of building components as illustrated in Figure C3/2 as examples: function classes/types, component classes/types and product classes/types.

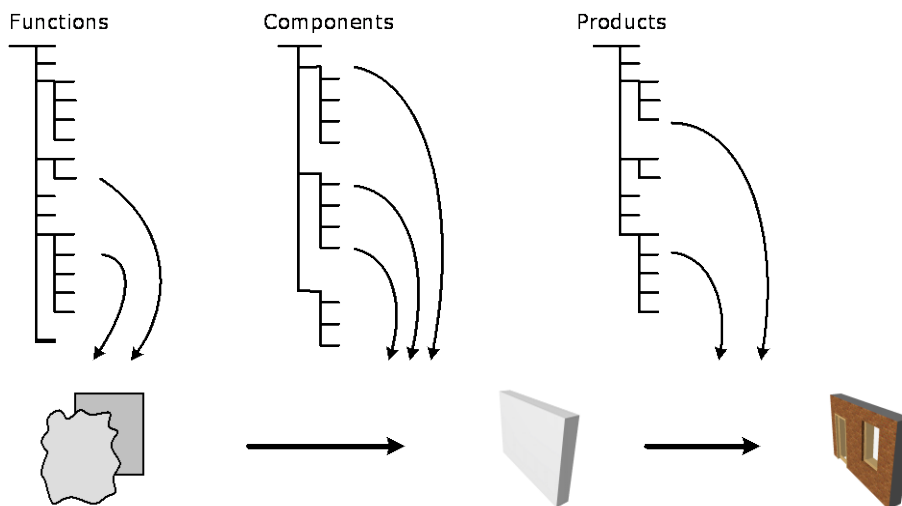


Figure C3/2. Use of taxonomies with different content at different modeling stages

A taxonomy of products for instance will be useful because producers of such products can publish information about the product models. This would enable designers, constructors and other partners to use the taxonomy to find alternative products. Examples of such useful information are detailed product description, instructions for handling and assembly of components, instructions for maintenance, warranties, prices and cost values.

With BIM modelling tools, classification codes can be inserted into attributes/properties either manually or by use of model types (library objects), where selected codes are added in advance. By this approach, objects are automatically supplied with codes. Furthermore, these codes may be exported to IFC by use of defined IFC object types.

Related to this, it is important to evaluate the efficiency and effectiveness for instance by comparing different approaches and methods and it will be essential that the processes are beneficially supported by software applications. In the following appendix, a number of examples show the use of classification codes to link model data with external discipline data.

Appendix: Use of Classification Codes

In the following, a usage scenario with substantial use of such external classification codes is illustrated. The approach is divided into four set of activities:¹³

1. Specification of functional requirements for a building
2. Creation of model objects for building construction components
3. Analysis and Simulation based on building models
4. Use of building models in construction and in operations and maintenance

The following acronyms are used for the taxonomies: C-F = classification of functions, C-BC = classification of building components and C-P = classification of products.

Specification of Functional Requirements for a Building

Function specification covers many issues but, in this scenario, it is limited to functions of building components, i.e. spaces and building construction components. Some software applications can to various degrees support the selected activities.

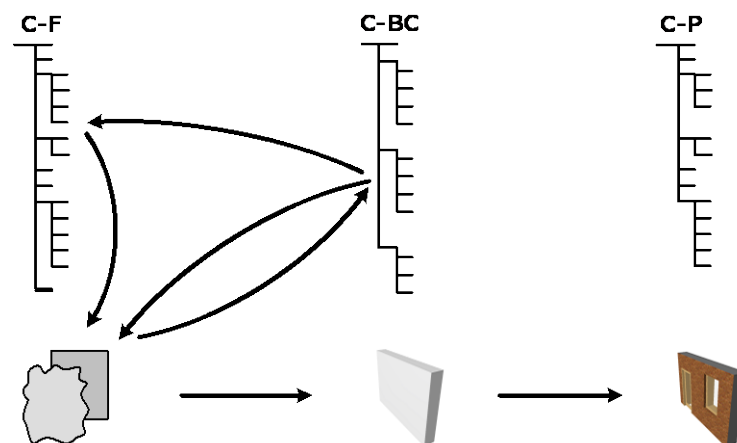


Figure C3/3. Use of C-BC and C-F in function specification

Specification of Requirements for Spaces

The taxonomy of functions C-F is directly supporting this task. For instance, before specific spaces are identified, it is easy to create a simple list of functions, which must be provided by the spaces. This can be done by selection of references to entries of C-F.

Examples:

Provide spaces for

- Work, administration
- Sleeping
- Relaxation, reading
- Personal care

Next step could be to develop a space program, i.e. a number of space objects (including rooms) and allocate the identified functions to these spaces. Observe that the space objects are created without location and delineating geometry. As at such an object is created, any number of functions can be allocated by use of the references in the function list or directly to the C-F taxonomy.

¹³ Observe that classification for these activities are carried out in a way, which in practice not yet can be supported by existing software applications.

Besides that each space object can have attributes like name and description, it can be further specified by formulating different constraints about attributes, e.g. area requirements, requirements about temperature and air conditioning. In addition, requirements about specific building services equipment can be specified by selections from C-BC (building services).

Specification of Requirements for Building Construction Components

Similarly, a number of requirements may be formulated for construction components of the building, i.e. before such components have geometry and location. First, a model object is created by selecting a type relatively high in the C-BC hierarchy. The idea is that this object can be specialized later on but it can immediately be specified with functions and the requirements can be formulated, e.g. constraints on the function attributes. Some functional requirements may contribute to requirements for adjacent spaces.

Creation of Model Objects for Building Construction Components

Creation of model objects for building construction components is usually well supported by modelling software. Ideally, there should be a connection with the above described activities in which a number of model objects are already created without geometry and location. However, requirement specifications are only available in form of documents and, often, the real building modelling will start with the following activities.

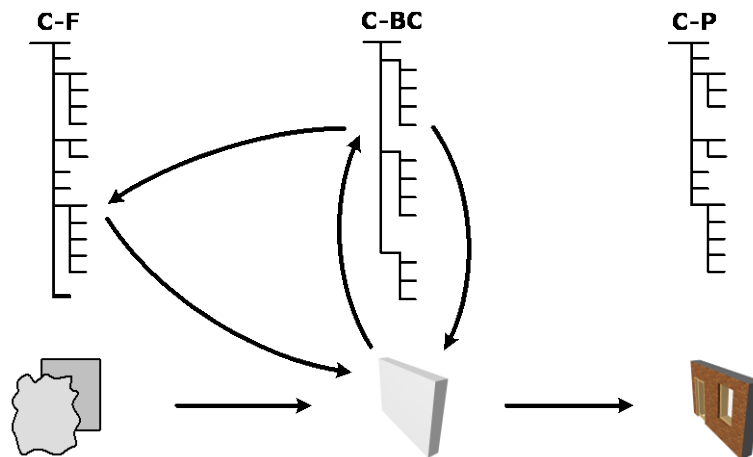


Figure C3/4. Use of C-BC and C-F at creation and specification of model objects

Automatic Generation of Model Objects for Walls and Floor Slabs

If model objects for spaces are already created and arranged horizontally in a space plan in storages, it may be possible to make an automatic creation of model objects for walls and floor slabs as delineation of the spaces. The types of walls and slabs can be selected from C-BC and the modelling software should be equipped with a library of object types, structured like C-BC. The automatic generated may be changed manually, e.g. wall thickness. An important aspect is that references to entries in C-BC are also created for later use.

Specialisation of Model Objects

The model objects, which have been created as general types in C-BC, can be specialized by selecting a type further down in the subtree in C-BC. By this operation, more attributes will be added while the existing attributes will be preserved. It requires that the mod-

elling software application has a library, which is structured like C-BC.

Ordinary Creation of Model Objects for Building Construction Objects

Many building modelling projects start here because this is how the used modelling software works. As already described, model objects, e.g. for walls, columns, and beams, can be created by selecting specific types in C-BC and the attributes of the type will be created at the same time. For later use, the reference to the entry in C-BC is added and an attribute. Again, it requires that the software application has an object type library, which is structured like C-BC. The selected objects are modified and inserted in the model and, automatically, the relationships between model objects are created or updated. For instance, this means that different forms of composition structures can be shown.

Positioning of Space Objects

As already described, model objects for spaces may have been created without geometry and location, so now, if basic objects like wall objects and floor slab objects are created, it will be suitable to locate the space objects to their specific positions. The space geometry should be created automatically along with the relationships.

Space objects, which have not been created and located, can be created the usual way by first selecting a space type in C-BC and then specify the position in the model. The attributes will be created at the same time and they may be modified and assigned values as needed. In addition, space functions can be selected and allocated to the space object by use of the relationships between C-BC and C-F. Further, attributes describing these functions can be added to the objects.

Analysis and Simulation based on Building Models

One of the greatest advantages of building models is the ability to make various data extracts from the models and to perform special analysis tasks. As already mentioned, different sorts of composition structures can be created by using the automatically created relationships between model objects. Regarding analysis, it is often very beneficial to perform a range of calculations based on quantities derived from the models.

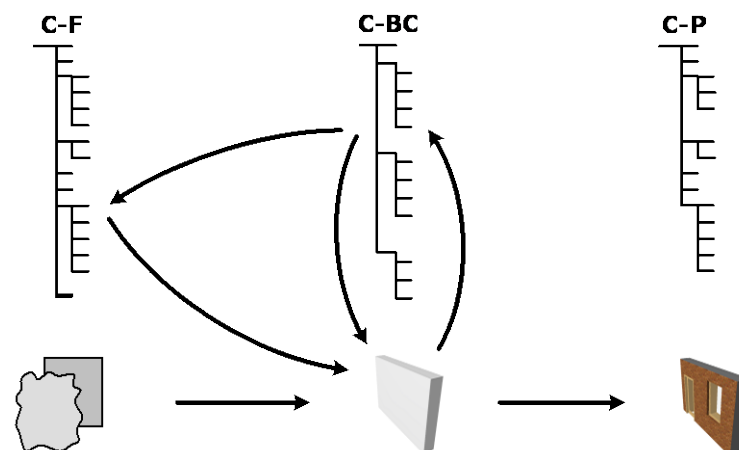


Figure C3/5. Use of classification in various analysis operations.

Calculation

Different kinds of economy calculations are often very valuable. Early in the process, the calculations are characterised as rough estimates and later on more precise calculations can be achieved.

The accuracy of the estimates is depending on how detailed the model is and, thereby, how precise quantities can be extracted.

An important aspect of calculation is that it may be possible to use data, which are available via references to C-BC. These data may be about specific technical solutions, recipes, needs for labour, unit prices, etc. Traditionally, classifications like C-BC have been very detailed and therefore some manual work to make specific selections. Future calculation software applications will be able to make advanced search operations in databases by use of more detailed models. For instance, it will be possible to use model data about material layers, layer thickness, etc. A result of the calculation may be that the model automatically is updated with economy attributes and values so that these data can be extracted subsequently.

Other Kinds of Analysis and Simulation

A range of other analysis operations can be carried out in similar ways with dedicated software applications, which often contain special calculation models and additional data. However, some data must be available in the model before the analysis or simulation can take place. Previously described methods for adding attributes can also be used here. On the other hand, these software applications can also add data to the model as suited. Once again, it is possible to use references from the model objects to C-BC.

Use of Building Models in Construction and in Operations and Maintenance

It is important that building models also can be used when the physical building is constructed and in the subsequent operations and maintenance phases. This means that the model must be detailed further as described previously. Some modelling applications can support this but it may be better to use more dedicated software.

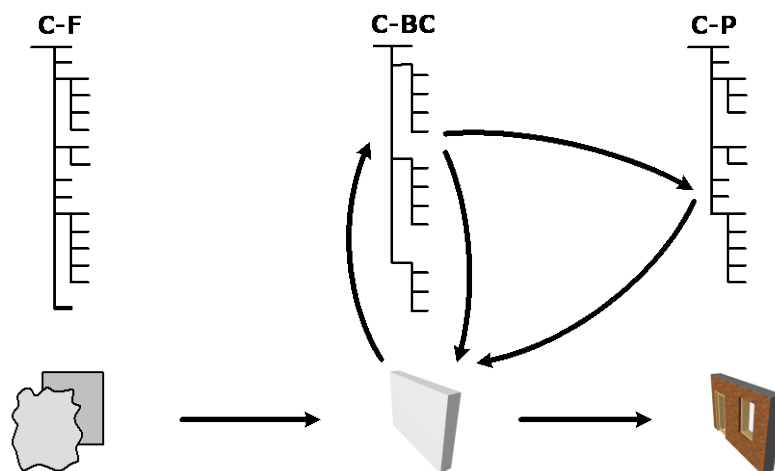


Figure C3/6. Use of classification in operations and maintenance

Completion of Building Model Objects for Construction

The existing model objects can via references to C-BC be extended with data about construction recipes, material consumption (including estimates for waste and scrap), needs for equipment, scaffolds, etc. Furthermore, specific data for planning of construction activities can also be attached to the building model.

In connection with this, it will also be useful to select specific commercial products to be built in. This may be specified via first the references to C-BC and further references to C-P. Data about

the specific products may be used indirectly or inserted in the model objects.

Completion of Building Model Objects for Operations and Maintenance

For this purpose, it may also be useful to select specific commercial products as described above. Furthermore, it may be very useful to add a range of additional attributes for operations and maintenance. The basis for this is that a wide range of data is published from various data suppliers in the building sector, like knowledge institutions, product manufacturers, etc., and that these data are attached to the taxonomies of the classification system.

A special arrangement may be that data for operations and maintenance are not included in the individual model objects but are attached to groups of equally described objects. Such a group could for instance be a set of equal windows.

Creation of a Building Model for Operations and Maintenance

If a building model does not already exist to be used in operations and maintenance, such a model can of course be created as described above. However, the degree of detail of a dedicated model will vary because the different building construction components in the physical building demand different requirements for operations and maintenance. For instance, it will often be sufficient to specify data on groups like described above. Individual objects may perhaps be created later on and detailed and specified, when needed. The taxonomies of the classification system will still be able to support the process.

Bilag C4. Mængdeudtræk og kalkulation – Anvendelse af Vico Office

Artikel skrevet af Kaj A. Jørgensen, AAU – Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, 2015-01-05.

Udtræk af mængder fra BIM modeller giver umiddelbart nogle fordelagtige muligheder i forbindelse med en række faglige ingeniørdiscipliner som analyse og simulering af kalkulation, produktion, energi, akustik, statik, komfort, mv.

Analyse og simulering baseret på bygningsmodeller kan med stor fordel være en integreret del af modelleringsapplikationerne men udføres som regel med separate domænespecifikke applikationer. Kernen i analyse- og simuleringsmetoderne er en implementering af en matematisk model over det pågældende tekniske domæne

I analyse og simuleringsapplikationer bliver modellen ofte koblet sammen med databaser over erfaringsdata eller tekniske data for det pågældende domæne. Tre eksempler: a) Visualisering med lys, skygger, genskin, osv. Her skal applikationen kende overflader (gerne materialer) som sammen med data om lysets opførsel herved. b) Omkostningskalkulation. Her skal applikationen kunne udtrække mængder og koble med enhedspriser svarende til detaljeringsgrad. Det kræver at de tekniske løsninger er fastsat (enten inden eller i forbindelse med brug af applikationen). c) Energianalyse. Applikationen indeholder på tilsvarende måde egenskabsdata for dette domæne i forhold til valgte tekniske løsninger.

Det følgende er et bidrag til, hvordan effektiv anvendelse af mængdeudtræk kan gennemføres med større eller mindre grad af automatik og emnet søges her primært illustreret ved anvendelse af konkrete modeleksempler baseret på software applikationen Vico Office¹⁴. Det ønskes dermed påvist, at specielt entreprenørvirksomheder med fordel kan anvende modeller til udtræk af mængder til brug ved omkostnings kalkulation og produktionsplanlægning. Andre modeleksempler vil senere blive vist og udnyttet til mængdeudtræk og på denne baggrund kan andre faglige emner også blive belyst.¹⁵

Analyse og simulering på basis af bygningsmodeller

Bygningsmodeller giver mulighed for i ydelsesbeskrivelser at kunne inkludere krav om modellers indhold på en måde, så forskellige udformninger kan kontrolleres af software applikationer. Nøglen hertil ligger i, hvordan man kan transformere indholds krav til digitale specifikationer, der kan benyttes af applikationer og dermed undersøge, om modellen (evt. fagmodeller eller aggregerede fagmodeller) har det krævede indhold. Solibri Model Checker viser noget af vejen, idet man kan opstille constraint sets, der kan kontrollere for en lang række forhold. Dermed kan der udvikles forskellige constraint sets og sådanne kan meget enkelt fungere som

¹⁴ <http://www.vicosoftware.com/products/Vico-Office/tabid/85286/Default.aspx>.

¹⁵ Software applikationen SIGMA er sammenlignelig med Vico Office og bliver ofte anvendt som alternativ.

aftalegrundlag. Eksempel: et constraint set kan benyttes til kontrol af, at modellen har et indhold, som gør den brugbar til tilbudsgivning. Bygherren og rådgiverne bør stille modellen til rådighed for entreprenørerne, der hver med deres værktøjer foretager mængde- og omkostningsestimering samt senere planlægning og indkøb.

Denne angrebsmåde bør forfølges meget mere og indarbejdes specifikt i alle former for analyse- og simuleringsapplikationer. Først skal modelindholdet undersøges (mangelrapport) og beregningsnøjagtigheden skal vurderes. Hvis visse objekter mangler eller er mangelfuldt specificeret, bør det være muligt at tilføje forskellige antagelser, så der kan skabes en mere komplet oversigt over konsekvenserne. Hvis der f.eks. mangler specifikation af nogle materialer, kan eventuelt suppleres med materialer af middel kvalitet. Videre kunne simuleringer være baseret på valg blandt flere materialer og dermed vise betydningen af sådanne valg.

Ud over at forskellige løsninger kan bedømmes, kan man også få nøjagtigheden vurderet i forhold til detaljeringsgraden. Jo mindre detaljeret, modellen er fra bygherre/rådgivere, jo mere bliver overladt til entreprenøren at komme med forslag til. Det vil altså være ønskeligt om det i højere grad er op til rådgivernes og entreprenørernes software at vurdere nøjagtigheden af mængdeudtræk og kalkulationer. Det vil yderligere være ønskeligt om analyse- og simuleringsopgaver blev udført flere gange i tilknytning til modellens detaljering.

Brugen af applikationer til analyse og simulering kan således give store fordele på basis af bygningsmodeller i relation til funktionalitet og sammen med modellernes kvalitet og detaljeringsgrad.¹⁶

Udbud med mængder på basis af bygningsmodeller

Samspillet mellem bygherrer, rådgivere og de udførende har de senere år skabt en del interesse for emnet digitalt udbud med henblik på at udnytte modelgrundlaget og efterfølgende effektivisere analyse og simuleringsprocesserne. Som grundlag for tilbudsgivning, udarbejder bygherrerådgiverne derfor ofte de såkaldte digitale tilbudslistes, der af bygherrerne ønskes anvendt til udarbejdelsen af tilbud med påsætning af enhedspriser for de anførte mængder.

Udbud kan indeholde mængder og mængdeværdierne er typisk bestemt af de bygningsdelstyper, der er til rådighed i modellerne og er som udgangspunkt ikke struktureret på særlig måde. De forskellige parter i byggeprojekter kan have forskelligt behov for strukturering af kalkulationer og som grundlag at kunne opbygge tilsvarende strukturer for mængderne. Entreprenørvirksomhederne har ofte behov for opdeling af mængderne efter placering af bygningsdele (bygninger, bygningsafsnit og etager), da enhedspriserne kan variere efter de opdeltede mængder (stigende efter etager). Det øvrige grundlag kan også variere i form af akkorder, rabatter, spild, kassation og lign. Tilbuddets poster bør give mulighed for aggregering af mængder og for sådanne aggregeringer bør der kunne beregnes gennemsnitlige eller vægtede enhedspriser. Når et tilbud skal udarbejdes, er det derfor som regel nødvendigt og hensigtsmæssigt, at der arbejdes med et mere detaljeret grundlag, hvilket så afslutningsvis indarbejdes i den krævede tilbudsliste. I den forbindelse skal nævnes, at der i praksis fra bygherrer opereres med ret forskellige enheder for mængdegrundlaget for tilbuds-

¹⁶ Som referencegrundlag benyttes i det følgende Industry Foundation Classes (IFC) – en åben standard udviklet af BuildingSmart, se www.buildingsmart.org og <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview/ifc-overview-summary>.

lister, så der eksempelvis benyttes forskellige arealmål (netto/brutto o.a.).

For at tilbudslisterne kan danne grundlag for udtræk af præcise mængder, skal der ligeledes stilles krav til modellernes kvalitet. Ofte er der tale om et ukomplet grundlag i form af manglende objekter, hvilket traditionelt skyldes, at der i grundlagt er foretaget et valg af detaljeringsgrad. Entreprenørvirksomhederne har derfor ofte en stor opgave med yderligere detaljering og præciseringen af ydelserne og mængderne i tilbuddet og passende BIM-værktøjer bør anvendes til at præcisere de manglende data.

Endvidere vil det være givtigt for entreprenøren, at tilbudslisterne med mængdeudtræk i udbudsmaterialet gives i et filformat, der kan anvendes i kalkulationsprogrammer inden for branchen. I VVS-branchen anvendes ofte CalWin Dynamic til kalkulationer. Programmet har implementeret enhedspriser, rabatter, overenskomststillæg, mv. og der bliver løbende opbygget og vedligeholdt databaser for de mest gængse produkter og varer, der anvendes af virksomheden. Det er derfor af afgørende betydning for virksomhederne, at kalkulationsprogrammerne kan importere de ønskede mængdeposter i et givent filformat, f.eks. typisk XML.

Et yderligere forhold er de juridiske aspekter omkring kontraktgrundlaget til entreprenørerne, dels omkring anvendelsen af digitale tilbudslistes og dels omkring BIM-modellerne, tegningsmaterialet og beskrivelserne. Kontraktgrundlaget er det juridiske grundlag for tilkøb og fravalg for bygherren, hvilket dermed også skal afspejles i tilbudslisterne og modellerne.

Endelig er det af stor betydning for tilbudsprocesserne, at BIM-modellerne kan eksporteres til IFC-filformat, der giver mulighed for at flere forskellige IT-værktøjer kan importere data for mængdeudtræk og efterfølgende gennemføre kalkulation og produktionsstyring. Muligheden for at benytte modeller til IFC-filformatet er vigtig af hensyn til at kunne anvende værktøjer i varierende prisklasser.

Mængdeudtræk på basis af BIM-modeller

Når mængdegrundlaget skal opstilles, er det som antydnet vigtigt, at der vælges en passende strukturering, så denne bedst muligt understøtter påsætningen af enhedspriser og aggregering af omkostningsposter.

Udbudsformen vil naturligvis være afgørende for, hvordan kalkulationen opstilles men andre forhold kan have betydning. Basalt kan mængderne opdeles efter en eller anden rækkefølge af bygningsdelstyper men afhængigt af behovet kan forskellige andre strukturer vælges:

- Opdeling efter bygninger, etager og eventuelt rum
- Opdeling af installationer efter systemer
- Opdeling efter udførelsesrækkefølge
- Opdeling efter fag

Flere af disse strukturer kan eventuelt kombineres i indbyrdes prioritering.

Visse strukturer kan trækkes direkte fra bygningsmodellerne, forudsat at de er defineret af modelleringsapplikationerne. Andre strukturer kan opbygges på basis af modellernes geometriske specifikationer eller desuden ved anvendelse af diverse attributter/egenskaber.

Omkostningskalkulation på basis af mængder fra BIM-modeller

Data for en omkostningskalkulation består af en struktur af poster, hvor der altså er defineret et nederste detaljeringsniveau, men hvor der også er mulighed for automatisk at lave sammentællinger af beløb niveauvis opad, typisk efter etager og bygninger. Som beskrevet ovenfor indgår mængdeværdier som grundlag, men hver omkostningspost kan bestå af et antal underposter. Det omfatter, at forskellige tillæg i form af eksempelvis spild og kassation skal håndteres enkeltvis. For at udregne mængdegrundlaget og fastlægge prissætning bør principielt følgende formler benyttes:

Variable:

IndkTill: tillæg for indkøbt mængde [%]

SpildTill: tillæg for spild og svind [%]

KassationTill: tillæg for kassation [%]

Tillæg: Sum af tillæg i forhold til referencen [%]

KalkMg: Kalkuleret mængde

ModelMg: nøjagtig mængde fra geometrien i modellen

EnhPris: enhedspris = forventet markedspris

Formler:

$Tillæg = IndkTill + SpildTill + KassationTill$

$KalkMg = ModelMg \times (1 + Tillæg)$

$KostPris = KalkMg \times EnhPris$

At håndtere tillæggene som eksplicite talværdier er vigtigt for at opbygge grundlaget for efterkalkulation, så det tydeliggøres, hvor eventuelle afvigelser fra det estimerede optræder.

I henhold til principper for opstilling og udformning af kalkulation er det dog også vigtigt at gøre sig klart, at mængder og tilhørende tillæg bør vælges og gøres afhængig af kalkulationspostens forholdsmæssige betydning i kalkulationen (kritiske usikkerheder, mv.).

For at kunne gennemføre omkostningskalkulation skal der som nævnt tilknyttes enhedspriser, tillæg, mv. til de opstillede mængder. Grundlaget herfor er ofte løbende vedligeholdte databaser enten individuelt for hver entreprenør eller for en større gruppe, f.eks. en branche. I Vico Office er det muligt at importere sådanne databaser, som oftest i form af Excel-filer. Entreprenørers individuelt tilpassede databaser krævet typisk særlige ressourcer og investeringer så det kan ofte være fordelagtigt at man på brancheniveau kan samarbejde om sådanne databaser.

I forenklet form består en prisdatabase af et antal rækker, hvor der i et antal kolonner er anført enhedspriser og værdier for tillæg. Hver række skal være identificeret med en entydig værdi, en nøgle.

Ved hver omkostningspost skal knyttes en forbindelse mellem den indgående mængdeværdi og den tilhørende database nøgle og, hvis en kalkulation skal kunne opstilles på en effektiv måde, bør det gøres automatisk eller ved så få manuelle operationer som muligt. Typisk benyttes bygningsmodellens objekter som udgangspunkt og så fokuseres primært på en af følgende muligheder:

1. Objekttyper og undertyper i IFC
2. Objekttyper i Revit (families) eller i tilsvarende modelleeringsapplikationer
3. Objekttyper i et klassifikationssystem, SfB, CCS, OmniClass, UniClass, eller lign.

Der er forskellige fordele og ulemper ved hver af disse muligheder¹⁷.

Hvis IFC benyttes som eksempel og f.eks. et rørobjekt af typen IfcFlowSegment skal prissættes, kan denne type benyttes som nøgle og dermed give adgang til den ønskede række i databasen:

<i>Model objekttype</i>	<i>Databasenøgle</i>	<i>Enhedspris</i>	<i>Tillæg</i>	<i>...</i>
	...			
	IfcWall	...	...	...
	IfcWindow	...	...	...
	IfcSlab	...	...	...

Rør (IfcFlowSegment)	-- IfcFlowSegment	...	...	...
	-			
	>			
	IfcFlowFitting	...	...	...

	IfcSpace	...	...	...
	...			

Ovenstående er en meget forenklet illustration, hvor kun IFC objekttyper (nærmere betegnet IFC Entities) er anvist. For at mere præcist at specificere modelobjekter er det vigtigt også at tilknytte undertyper (IFC Types) og egenskabsdata (IFC Property sets), f.eks. til materialer og dimensioner.

En tilsvarende direkte adgang kan gives ved anvende af mulighed 2 ovenfor. Hvis der som i mulighed 3 anvendes et klassifikations-system, skal der findes en klasse-id som forbindelsesled. En effektiv løsning kan i disse to tilfælde kun opnås, hvis modelobjekterne på forhånd indeholder disse klasse-id'er.

I efterhånden mange år har de meget kendte danske V&S prisbøger været anvendt som grundlag for omkostningskalkulation. I de senere år har man også kunnet anvende dem i en databaseudgave og dermed givet mulighed for at knytte forbindelse til modelobjekter på en effektiv måde. Databasenøglerne i V&S prisdatabasen består overordnet af klasse-id'er fra SfB systemet men flere yderligere cifre indgår for at alle nødvendige objekttyper kan identificeres.

Mængdeudtræk med Vico Office

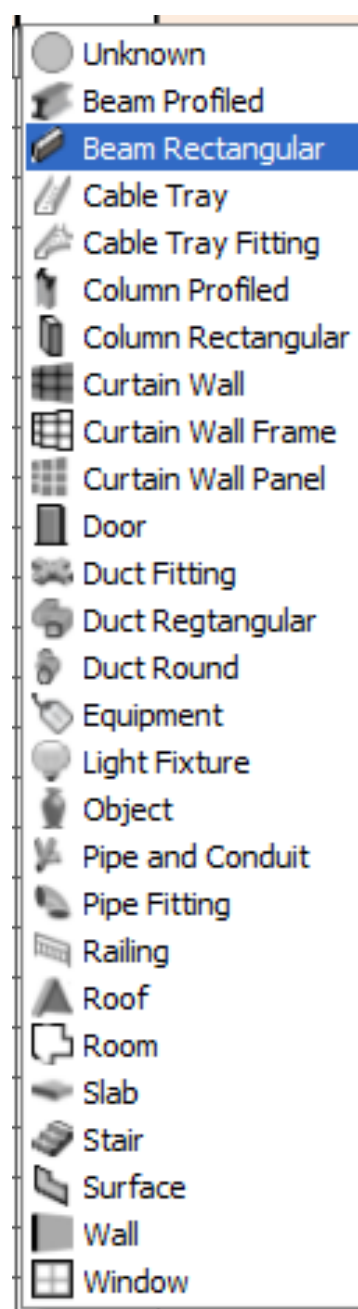
Mængdeudtræk i Vico Office håndteres med Quantity Takeoff Management (QTM) og når mængdeudtrækket er foretaget, kan man med Cost Planner og Schedule Planner udarbejde en omkostningskalkulation henholdsvis en produktionsplanlægning.

Vico Office er et af de BIM IT-værktøjer, der kan gøre brug af bygningsmodeller i modelleringsapplikationer som Autodesk Revit og ArchiCad. QTM kan dels benytte et eller flere API'er og dels benytte IFC til udtræk af data fra BIM-modellerne, f.eks. via eksport fra Revit. Da der i byggeprojekter ofte stilles krav om udlevering af BIM-modeller i IFC-form, bør parterne også have mulighed for at anvende korrekte IFC-baserede BIM-modeller som en del af udbudsmaterialet og derved som grundlag for mængdeudtræk til brug i flere forskellige kalkulationsværktøjer, herunder i Vico Office.

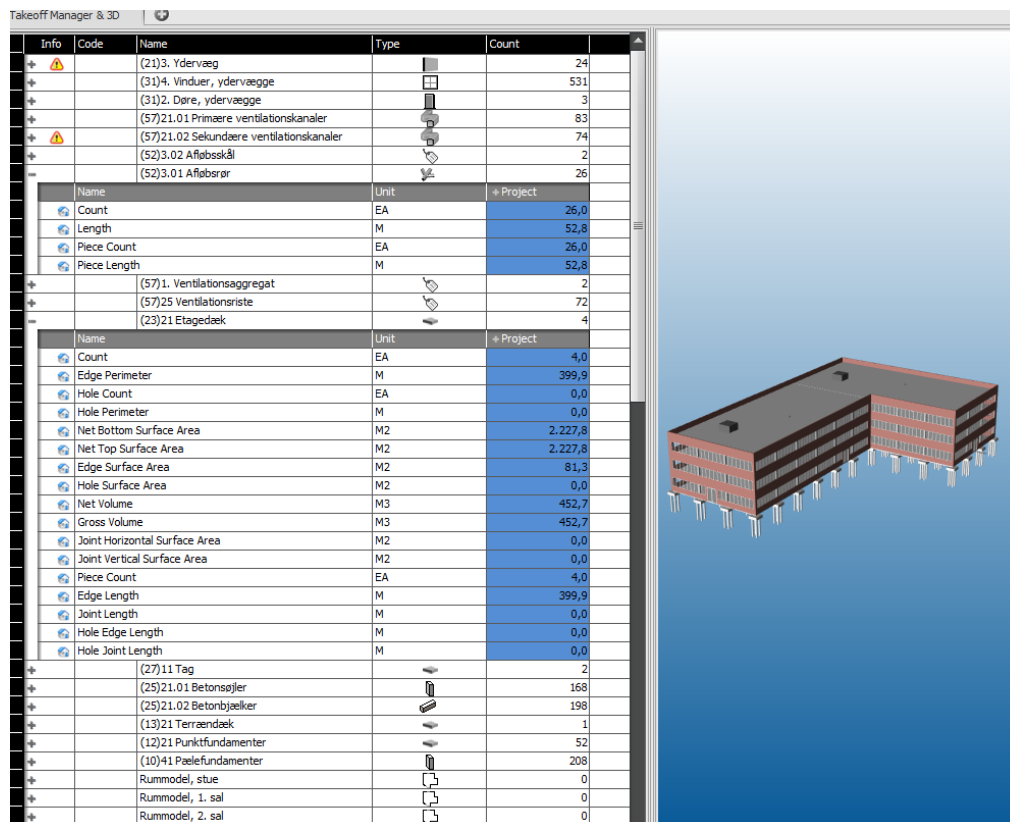
¹⁷ Se også artiklen "Building Model Specification and Use" (Kaj A. Jørgensen) med særlig vægt på brug af klassifikationstabeller.

Grundlaget for mængdeudtræk via IFC er de geometriske definitioner af modelobjekter, hvorfra de såkaldte basale mængder (base quantities) umiddelbart kan genereres. De fleste mængder er længdemål, flademål eller rumfangsmål af objekterne, men det skal understreges, at disse mængder i forhold til almindelig praksis er præcise beregninger og derfor udgør et væsentligt referencegrundlag.

IFC-modelfiler, der er eksporteret fra Revit, indeholder dels de basale mængder baseret på IFC-objekterne og dels tilknyttede IFC Property Sets, hvoraf en del dog ikke er standardiserede i BuildingSmart. IFC undertyper og Property Sets giver potentielt mange muligheder for at strukturere kalkulationer og dermed for anvendelse af mere specifikke enhedspriser.



Figur C4/1. Objekttyper i QTM.



Figur C4/2. QTM med data for en importeret model. I højere side vises et billede af modellen og i venstre side ses mængdemodellen med de forekomne mængdeposter og med viste objekttyper. Tillige er vist antallet af objekter for hver type. For henholdsvis typen 'Pipe and Conduit' (mængdepostnavn: 'Afløbsrør') og 'Slab' (mængdepostnavn: 'Etagedæk') er vist de mængdeattributter, der er til rådighed i QTM, herunder de ovenfor nævnte basale mængdeattributter.

QTM's API modul til Autodesk Revit indeholder en oversigt over samtlige objekttyper vist i figur C4/1 (betegnelser er på engelsk) og i figur C4/2 er vist et eksempel på mængdeudtræk med overførte mængdeposter. Hver mængdepost er en aggregering af de objekter i den overførte model, der har den samme objekttype. QTM fungerer hensigtsmæssigt og man kan som grundlag benytte de tilsvarende objekttyper som er defineret i IFC.

Ved opstilling af en kalkulation skal der til hver omkostningspost, der beregnes, identificeres en mængdeværdi og anvendelse af bygningsmodellers modelobjekter danner som nævnt et betydeligt grundlag for mængderne. I visse tilfælde kan der med Vico Office genereres yderligere mængdeværdier og dertil kommer, at der er mulighed for at opstille afledede værdier i form af aritmetiske beregningsudtryk (se nedenfor).

Mængdeværdier kan altså som udgangspunkt findes på basis af de enkelte modelobjekter og i visse tilfælde er der behov for netop denne detaljeringsgrad. Men det vil i praksis være hensigtsmæssigt at aggregere mængdeværdierne, så f.eks. objekter af samme type samles under et. Der kan mest enkelt blot være tale om en sammentælling af antal objekter eller en sammenlægning af f.eks. længdemål ved rør-objekter. Derfor bør et mængdeudtræk altid struktureres efter behovet. I den forbindelse kan der let gøres brug af de rumlige relationer, som bygningsmodeller typisk indeholder, til f.eks. at opdele mængder efter bygninger og etager.

QTM tilbyder en væsentlig funktion, idet hver ny revision af en BIM-model kan importeres og sammenlignes med en tidligere version. At alle ændringer således fremkommer eksplicit, vil betyde,

at man sædvanligvis skal lave en meget mindre mængde manuelt arbejde. Yderligere kan Vico Office automatisk holde styr på om alle modelobjekter er anvendt ved en efterfølgende kalkulation.

Omkostningskalkulation med Vico Office

Opbygning af omkostningskalkulationer med Vico Office Cost Planner kan gennemføres i mange forskellige strukturer og detaljeringsgrader. Denne figur viser et eksempel, hvor også et par eksempler på niveauer af omkostningsposter indgår med de resulterende omkostningsbeløb 'Net Total' i yderste højre kolonne. På overliggende niveauer er disse beløb som grundregel sammentællinger af underliggende niveauer. Dette er vist ud for 'sum' i kolonnen 'Unit of Measure' (UOM).

Cost Planner									
Project & References									
Cost Planner & 3D									
	Code	Description	Source Q.	Consump..	Waste	Qty	UOM	Unit Cost	Net Total
●	000	VICO OFFICE PROJECT	0,0	1,000	1,000	0,0	m2	0,00	▲ 12.423.0...
+	1	Beton - insitu	1,0	1,000	1,000	1,0	sum	1.657.595,64	▲ 1.657.59...
●	- 2	Betonelementer	1,0	1,000	1,000	1,0	sum	3.274.789,50	▲ 3.274.78...
+	2.1	Betonsøjler	168,0	1,000	1,000	168,0	stk	4.970,00	▲ 834.960,00
+	2.2	Betonbjælker	198,0	1,000	1,000	198,0	stk	4.390,00	▲ 869.220,00
+	2.3	Dækelementer	3.341,7	1,000	1,000	3.341,7	m2	470,00	▲ 1.570.60...
	M_2	Materialer	3.341,7	1,000	1,000	3.341,7	m2	350,00	1.169.602,82
	A_el	Elementmontør	3.341,7	0,400	1,000	1.336,7	hr	300,00	401.006,68
+	3	Murværk	1,0	1,000	1,000	1,0	sum	2.843.219,02	▲ 2.843.21...
+	4	Lukningsarbejder	1,0	1,000	1,000	1,0	sum	4.248.151,92	▲ 4.248.15...
+	5	Bygningsinstallationer	1,0	1,000	1,000	1,0	sum	399.295,43	▲ 399.295,43
+	5.1	Afløbsrør	52,8	1,000	1,000	52,8	lbm	912,50	▲ 48.167,70
	M_5	Materialer	52,8	1,000	1,000	52,8	lbm	150,00	7.917,98
	A_V	VVS-installatør	52,8	2,500	1,000	132,0	hr	305,00	40.249,72
+	5.2	Afløbsskål	2,0	1,000	1,000	2,0	stk	1.315,00	▲ 2.630,00
+	5.3	Ventilationsaggregat	2,0	1,000	1,000	2,0	stk	29.960,00	▲ 59.920,00
+	5.4	Ventilationskanaler,	213,6	1,000	1,000	213,6	lbm	735,00	▲ 157.006,29
+	5.5	Ventilationskanaler,	179,1	1,000	1,000	179,1	lbm	552,00	▲ 98.883,44
+	5.6	Ventilationsriste	72,0	1,000	1,000	72,0	stk	454,00	▲ 32.688,00

Figur C4/3. Omkostningstabel fra Vico Office.

I kolonnen 'Source Quantity' er mængdeværdierne vist. Kolonnerne 'Consumption' og 'Waste' er faktorer til regulering af disse ved formelen:

$$Qty = \text{Source Quantity} \times \text{Consumption} \times \text{Waste}$$

Mængdeværdierne kan helt enkelt skrives som talværdier men bliver typisk udtrykt ved formler. For henholdsvis 'Dækelementer' og 'Afløbsrør' er der konkret tale om formlerne:

$$(23)21 \text{ Etagedæk.Net Top Surface Area} + (23)21 \text{ Etagedæk.Edge Surface Area}$$

$$(52)3.01 \text{ Afløbsrør.Length}$$

Som det ses, udtrykkes mængdeværdierne på formen 'objekttype.mængdeattribut', hvor objekttyperne i formlerne optræder som referencer til mængdemodellen ved at henvise til mængdeposterens navne i QTM (se figur C4/2), eksempelvis '(23)21 Etagedæk'. 'Net Top Surface Area' er et eksempel på en mængdeattribut.

Som nævnt har Vico Office en facilitet til håndtering af sammenligninger, hvilket også gælder mellem kalkulationsmodeller og mængdemodeller. Hvis mængdemodellen bliver opdateret til en ny version kan kalkulationen også opdateres og alle ændringer kan markeres.

Konklusion

I denne artikel er der fokuseret på mulighederne for effektivt at arbejde med mængdeudtræk og omkostningskalkulation som typisk eksempel på den ingeniørmæssige disciplin analyse og simulering på basis af bygningsmodeller. I de senere år er der således i stigende grad lagt op til at udbud kan gennemføres på basis af mængder i tilbudslisterne. Som der fremgår af artiklen, er dette grundlag utilstrækkeligt og det er som regel nødvendigt at udarbejde mere detaljerede tilbud som grundlag. Sådanne tilbud kan så til slut aggregeres i overensstemmelse med tilbudslistens krævede udformning.

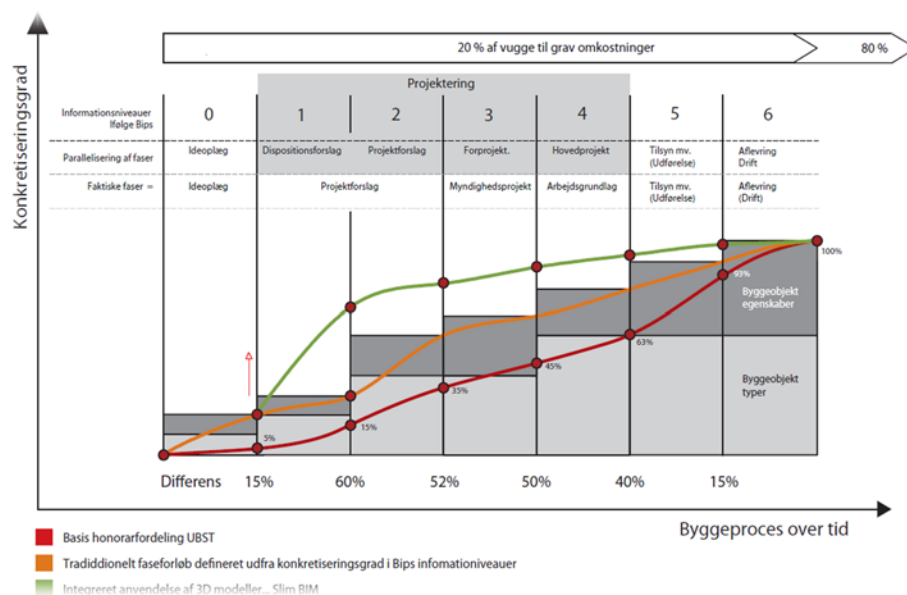
Artiklen indeholder nogle generelle betragtninger om mængdeudtræk og omkostningskalkulation og specielt mulighederne for anvendelse af prisdatabaser. Beskrivelserne er her primært baseret på IFC, hvor IFCs objekttyper spiller en central rolle. Eksemplificeringen af mængdeudtræk og omkostningskalkulation er baseret på Vico Office. Modulerne Quantity Takeoff Manager og Cost Planner er anvendt

Bilag D. Arbejdsgrundlag for BIM-implementering hos VIA

BIM er en integreret metode til at digitalisere byggeprocessen. Igennem hele byggeriets livscyklus fra ide til nedrivning vil digitale bygningsmodeller være omdrejningspunkt for byggeprojektets aktiviteter og samarbejdet mellem de forskellige parter. BIM er både en model og en arbejdsmetode. BIM betyder tættere samarbejde mellem alle parter og forgrener sig ud til hver aktør, der deltager i et projekt.

"Den traditionelle proces, hvor arkitekten starter blødt op og ingeniøren så kommer til hen ad vejen, det duer simpelthen ikke. Den nye proces er et langt mere integreret forløb, hvor man har en masse skibe i søen på samme tid. Alle parter skal med fra dag 1, så de kan bidrage med hver deres kompetencer, og vi sammen kan få de nødvendige forudsætninger på plads!"

Sten Legêne, B. Nygaard Sørensen A/S [Det Digitale Byggeri – Mini Guide](#)



Billede af hvordan projekteringen i et digitalt byggeprojekt er diametralt anderledes end i et traditionelt byggeprojekt. [Det Digitale Byggeri – Mini Guide](#)

Implementeringsnetværket for Det Digitale Byggeri blev dannet i 2005 og består af de 7 største organisationer indenfor byggeriet. Netværket blev dannet for at varetage oplysning om og implementering af Det Digitale Byggeri i byggebranchen. De stod indtil februar 2011 for udvikling, indhold og drift, som det er vist på www.detdigitalebyggeri.dk. Fra marts 2011 overtog [Foreningen bips](#) driften af www.detdigitalebyggeri.dk

Siden starten og frem til 2014 har der på bygningskonstruktøruddannelsen løbende været taget initiativer til imødekommelse af de øgede krav til digitalisering i lovgrundlaget, så udviklingen også afspejles i undervisningen.

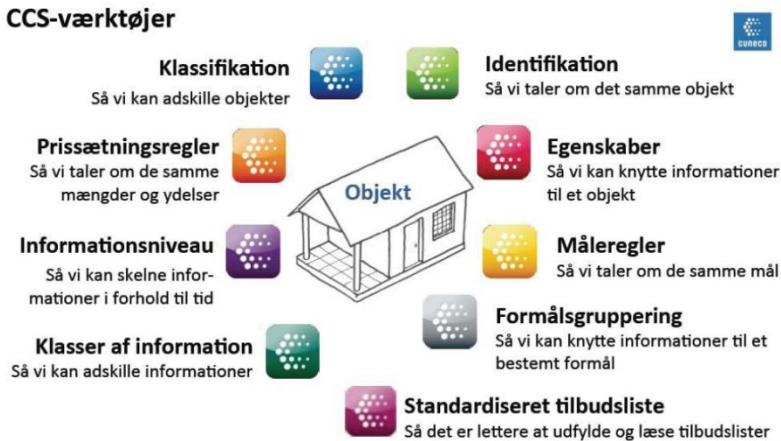
I perioden 2011-12 har der således været nedsat en egentlig BIM-gruppe, der gradvist er udvidet til nu at repræsentere alle fysiske adresser for bygningskonstruktøruddannelsen i VIA. I denne periode er der blevet udviklet et

arbejdsgrundlag, som vil være omdrejningspunktet for den fremtidige strategi for BIM implementeringen på uddannelsen.

Arbejdsgrundlaget er blevet til i en kombination af BIM-gruppens arbejde og afholdte workshops/konferencer for alle undervisere og har senest været til drøftelse i december 2012 blandt alle faggrupper på uddannelsen. På denne baggrund er der indkommet input til ændringer, tilføjelser og udeladelser, som dog ikke er medtaget her, idet det ville nødvendiggøre særskilte arbejdsgrundlag afhængig af adresse og semestertrin.

Det er derfor stadfæstet på uddannelsen, at semesteret i foråret 2013 betragtes som et implementeringssemester, hvad angår den færdige udvikling af arbejdsgrundlaget for den endelige BIM-strategi og -implementering i undervisningen. Arbejdsgrundlaget vil løbende blive opdateret og udviklet, senest med integrering af cuneco's indsatsområder, hvad angår Klassifikation, Egenskaber, Informationsniveauer og Opmålsregler. Efterfølgende ville alle cuneco's indsatsområder blive implementeret i takt med færdiggørelse og afprøvning.

CCS-værktøjer



BIM-implementeringen på uddannelsen tager udgangspunkt i BIM guider udviklet af Pennsylvania State University, med tilhørende BIM anvendelser (BIM uses). <http://bim.psu.edu/>

Progressionen i BIM-anvendelse op gennem uddannelsen og de enkelte semestre sker via 5 fokusområder:

1. Grundlæggende modellering og udtræk af tegninger.
2. Mængdeudtræk.
3. Udnyttelse af egenskabsdata (CUNECO) inkl. etablering af egne egenskabsdata.
4. Visualisering.
5. Integration med andre programmer.

Bilag E. Stifterne af BVU*net den 13. januar 2011

Nedenstående personer for de angivne institutioner var den 13. januar 2011 med til at stifte BVU*net på DTU i Lyngby. Som grundlag herfor underskrev de en samarbejdsaftale, som kan ses på www.bvunet.dk/medlemmer-samarbejdsaftale. Se Figur 9, hvor personerne fra venstre mod højre er: 6, 9, 20, 10, 12, 7, 23, 14, 1, 21, 3, 16, 24, 15, 4, 17, 2, 11, 22, 8, 5, 19 og 18, og hvor 13 Mads Carlsen er fotograf. I højre kolonne er vist medlemmer af BVU*nets Koordineringsrådet fra 13. januar 2011 til 15. november 2012.

Navn	Institution	Koordineringsrådet 2011-12
1 Arkitekt- og designskoler		
1. Christian Bolding	Arkitektskolen Aarhus, Efter- og Videreuddannelsen	Sekretær
2. Jens Joel	Arkitektskolen Aarhus, Efter- og Videreuddannelsen	
3. Lars Klint	Kunstakademiets Arkitektskole	Medlem
4. Daniel Skafte-Pedersen	Kunstakademiets Arkitektskole	
2 Universiteter og ingeniørskoler		
5. Kaj A. Jørgensen	Aalborg Universitet, Institut for mekanik og produktion	Medlem
6. Kjeld Svidt	Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg	
7. Jan Karlshøj	DTU Byg	Næstformand
8. Flemming Vestergaard	DTU Byg	Observatør
9. Niclas Andersson	DTU Management	
10. Sten Bonke	DTU Management	
11. Christian Koch	Aarhus Universitet, Handels- og Ingeniørhøjskolen	Observatør
12. Lisbeth Lindbo Larsen	Ingeniørhøjskolen København	
13. Mads Carlsen	UCN University College Nordjylland	
3 Erhvervsakademier		
14. Steen Kildesgaard	KEA – Københavns Erhvervsakademi	
15. Claudio Testa	KEA – Københavns Erhvervsakademi	Medlem
16. Gunnar Eriksen	VIA University College, Horsens	Medlem
17. Asthon Funck	Byggeteknisk Højskole Erhvervsakademiet Lillebælt	
18. Lars Fredslund	EUC Sjælland Byggeteknisk Højskole	
19. Kirsten Nielsen	EUC Sjælland Byggeteknisk Højskole	
4 Erhvervsuddannelser		
20. Jan Ejlerskov Petersen	Byggeriets Uddannelser	Medlem
5 Vidensinstitutioner		
21. Niels Haldor Bertelsen	SBi	Formand
22. Nils Lykke Sørensen	SBi	
23. Lars Tangaa-Andersen	Byggecentrum	
24. Asbjørn Levring	TI, Teknologisk Institut	Medlem
Medlemmer af Koordineringsrådet 2011-12, som ikke deltog i stiftelsen den 13. januar 2011		
Navn	Institution	Koordineringsrådet
Elsebeth Terkelsen	Arkitektskolen Aarhus, Efter- og Videreuddannelsen	Til 17/8 2011
Per Kortegaard	Arkitektskolen Aarhus	Fra 18/8 2011
Erik Ploug Sørensen	Syddansk Erhvervsskole, Odense Institut	Til 17/8 2011
Kim Knudsen	Construction College Aalborg	Fra 18/8 2011

Bilag F. Medlemmer af BVU*net's bestyrelse fra 15. december 2012

BVU*net blev etableret som en officiel ikke-kommerciel forening med vedtægter, forretningsorden og virksomhedsnummer den 15. december 2012. Nedenstående har været medlemmer af bestyrelsen i 2012-14.

Navn	Institution	Bestyrelse
1. Arkitekt- og designskoler		
Lars Klint	Kunstakademiets Arkitektskole	Medlem til 22/4 2014 Formand fra 22/4 2014
Per Kortegaard	Arkitektskolen Aarhus	Medlem
2. Universiteter og ingeniørskoler		
Kaj A. Jørgensen	Aalborg Universitet, Institut for mekanik og produktion	Medlem til 22/4 2014
Kjeld Svidt	Aalborg Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg	Medlem fra 22/4 2014
Jan Karlshøj	DTU Byg	Næstformand til 22/4 2014
3. Erhvervsakademier		
Gunnar Eriksen	VIA University College, Horsens	Medlem til 22/4 2014
Tom Frostgaard	Erhvervsakademiet Lillebælt	Medlem til 22/4 2014 Næstformand fra 22/4 2014
Jacob Holm Guldvang	UCN	Medlem fra 22/4 2014
4. Erhvervsuddannelser		
Jan Ejlerskov Petersen	Byggeriets Uddannelser	Medlem
Kim Knudsen	Construction College Aalborg	Medlem til 22/4 2014
Martin Lyhne Holmgaard	Herningholm Erhvervsskole	Medlem fra 22/4 2014
5. Vidensinstitutioner		
Niels Haldor Bertelsen	SBi	Formand til 22/4 2014 Medlem fra 22/4 2014
Asbjørn Levring	TI, Teknologisk Institut	Medlem til 22/4 2014
Peter Hauch	Arkidata	Medlem fra 22/4 2014
6. Sekretær for BVU*net		
Christian Bolding		Sekretær til 30/6 2013
Daniel Tissot Skafte	Kunstakademiets Arkitektskole	Sekretær fra 1/7 2013

Byggeriets uddannelsesnetværk BVU*net har i 2011-14 koordineret samarbejdet med implementering af cuneco classification system (CCS) i byggeriets arkitekt-, ingeniør-, konstruktør- og erhvervsuddannelser. Rapporten beskriver, hvordan skolerne har indarbejdet standarderne for klassifikation, egenskaber, informationsniveauer og opmålingsregler i deres uddannelser, og hvordan de indbyrdes har udvekslet erfaringer. De har i det tværfaglige samarbejde om udvikling bl.a. haft fokus på læringsmidler, læreruddannelse, kursusindhold og praksisprojekter samt udvikling af BIM-kompetencer. Rapporten viser, at de forskellige uddannelsesområder og specialer håndterer implementeringen meget forskelligt. Samtidig ses det, at et tværfagligt samarbejde mellem uddannelserne spiller en væsentlig rolle, når nye standarder skal omsættes og udbredes til byggepraksis.

1. udgave, 2015
ISBN 978-87-563-1674-3

DEN EUROPÆISKE UNION

Den Europæiske Fond
for Regionaludvikling



Vi investerer i din fremtid

BVU  **net**